97-84223-15

Schüle, Otto

Gummifabrikation

Heidelberg

1917

97-84223-15

MASTER NEGATIVE #

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES
PRESERVATION DIVISION

BIBLIOGRAPHIC MICROFORM TARGET

ORIGINAL MATERIAL AS FILMED - EXISTING BIBLIOGRAPHIC RECORD

Schüle, Otto, 1893-
Gummifabrikation. Heidelberg, Rössler, 1917.
106 p. 22 cm.

Thesis, Heidelberg.

TECHNICAL MICROFORM DATA

FILM SIZE: 35mm REDUCTION RATIO: 11:1 IMAGE PLACEMENT: IA (IIA) IB IIB

DATE FILMED: 10-16-97 INITIALS: PB

TRACKING # : 28524

FILMED BY PRESERVATION RESOURCES, BETHLEHEM, PA.

Gummifabrikation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen philosophischen Fakultät der Großherzoglich Badischen
Ruprecht-Karls-Universität zu
Heidelberg

vorgelegt von

Otto Schüle

Heidelberg
Buch- und Kunstdruckerei Rößler & Herbert (Inhaber Paul Braus)
1917

Referent: Geheimer Rat Prof. Dr. Gothein.

MEINEN ELTERN

Allgemeines.

Der Kautschuk, Federharz, elastischer Gummi, auch nur schlichtweg Gummi genannt, gibt ein glänzendes Beispiel von dem, was man industrielle Emporkömmlinge nennen möchte, wenn der Ausdruck bei Sachen gestattet wäre: nämlich ein glänzendes Beispiel von Stoffen und Fabrikaten, die aus anfänglich geringer Bedeutung sich zu hoher Wichtigkeit erhoben haben, wie es unter andern mit dem Zink und der stählernen Schreibfeder der Fall ist. Kaum gibt es einen andern Stoff, der sich so rasch von einem unscheinbaren, wenig gebrauchten, fast wertlosen Dinge zu einem unentbehrlichen Bedürfnisse erhoben hätte, dessen gewerbliche Verwendung in tausend verschiedenen Formen zu den mannigfaltigsten Zwecken großartige Unternehmen und unzählige Hände beschäftigt. Dieser rasche Aufschwung ist in der kurzen Zeit von kaum einem halben Jahrhundert ermöglicht worden. Besonders in allerjüngster Zeit hat die Gummiindustrie durch die Verwendung des Gummis zur Herstellung pneumatischer Reifen und gummierter Stoffe eine weitere Wichtigkeit und Ausdehnung erlangt, die sich noch mit der Zunahme des Automobilverkehrs und der Luftschiffahrt von Tag zu Tag vergrößern wird. Noch im Jahre 1882 wurde die Ausfuhr von Gummi auf etwa 20 Mill. kg angegeben im Werte von ungefähr 40 Mill. M. 1900 dagegen wird die Gesamtproduktion bereits auf ungefähr 50 Mill. kg im Werte von 150 Mill. M. geschätzt und 1910 auf 76,6 Mill. kg, und im Jahre 1914 betrug die Gesamtproduktion bereits 120,3 Mill. kg.

Das Wachstum der deutschen Kautschukindustrie beträgt seit dem Jahre 1861 bis zum Jahre 1907: 390 Betriebe mit 27108 Arbeitern. Den größten Anteil daran nimmt in bezug auf die Betriebe die Periode von 1882—1895, in der die Zahl derselben von 183 bis 339 stieg. Heute haben wir in Deutschland rund 400 Betriebe mit einer Arbeiterzahl von ungefähr 40000 Personen.

I. Teil.

Geschichtliche Angaben.

Die Geschichte des Kautschuks in seiner Verwendung in der Industrie bildet einen sehr interessanten und lehrreichen Abschnitt in der Entwickelung der Technik.

Die erste geschichtliche Erwähnung des Kautschuks findet sich bei dem Spanier Antonio de Herrera Tordesillas (geb. 1549 zu Cuellar, gest. zu Madrid 1615), der in einer Beschreibung der zweiten Reise des Columbus erzählt, daß die Eingeborenen von Haiti ein Spiel mit Bällen trieben, die aus dem eingetrockneten Safte einer Pflanze hergestellt waren. Eine ähnliche Schilderung gibt vor ihm schon Gonzalo Fernandez d'Oviedo y Valdas in seiner allgemeinen Geschichte Indiens (Madrid 1536, Bd. 5, Kap. 2). Aber schon vor beiden, im Jahre 1525, hatte der italienische Geschichtsschreiber Pietro Martyr d'Angliera in der 5. Dekade seines großen Werkes „De orbe novo" den Kautschuk tatsächlich, wenn auch ohne ihn zu benennen, eingeführt in die Literatur, indem er von den Mexikanern erzählt, daß sie sich durch geschicktes Werfen mit elastischen Spielbällen unterhalten, welche sie aus dem gekochten Safte einer ihm gänzlich unbekannten Pflanze herstellen. 1529 bringt Sahagun in seiner allgemeinen Geschichte von Neu-Spanien den Namen „ulequahitl" des mexikanischen Kautschukbaumes und die Bezeichnung „ulli" für sein schwarzes elastisches Produkt (Henry Jumelle); heute noch bezeichnen mit jenen beiden Namen die Indianer Mexikos die dortigen Castilloabäume bezw. den hieraus gewonnenen Kautschuk. Um das Jahr 1740 gibt der Missionar und Jesuitenpater P. Charlevoix eine eingehende Beschreibung des Spielballes von Haiti, welcher dort Batos genannt würde.

Antonio de Herrera Tordesillas erwähnt zum ersten Male in seiner allgemeinen Geschichte der Reisen und Eroberungen der Castillianer die Bezeichnung „Gummi" als Herstellungs-

masse des Batos und weist ebenfalls auf dessen Herkunft von Milchsaft führenden Urwaldbäumen hin. Nach ihm erzählt Juan de Torquemada, ein spanischer Augustinerprovinzial, in seinem Buche „De la monarquia indiana", Madrid 1615, von den mexikanischen Fürsten und Häuptlingen, daß sie Gummischuhe trugen, und daß die spanischen Eroberer ihre leinenen Mäntel durch Imprägnieren mit „ulli" wasserdicht machten.

Vor Ankunft der Europäer war auch in Südamerika der Gebrauch des Kautschuks bei den Eingeborenen geschätzt. So machten z. B. die Cambibas-Indianer am obern Amazonas ihre Boote, Schuhe und Gefäße durch Einschmieren mit frischer „ullimasse" wasserdicht und pflegten auch eifrig das Ballspiel, während in andern Gegenden des Amazonentales der Gummi zur Herstellung von flaschenähnlichen Spritzen Verwendung fand. In bezug auf diese Spritzen (potting-seringa) führt der Parakautschukbaum bis auf den heutigen Tag in Brasilien den Namen „Pao de seringa" oder auch „seringeira". Einige wenige solcher Gegenstände waren inzwischen auch in europäische Kuriositätensammlungen gelangt, wo sie als kostbare und seltene Schaustücke betrachtet wurden.

Erst im Anfang des 18. Jahrhunderts wurde der damals noch völlig unbekannte Kautschuk in Gestalt der bekannten Flaschen zuerst nach England gebracht. Lange Zeit hindurch bildete er einen Gegenstand unbefriedigter Neugierde, da man nicht einmal über seine Herkunft eine sichere Mitteilung hatte. Als Rarität wurde damals die Unze (31,25 g) Kautschuk mit einer Guinee = 21,45 M. bezahlt. Der berühmte französische Gelehrte de la Condamine, derselbe, dem wir auch die Entdeckung des Chinabaumes zu verdanken haben, überreichte bei seiner Rückkehr nach einem längeren Aufenthalt in Südamerika 1736 der Pariser Akademie eine Abhandlung, worin nachgewiesen wurde, daß der Kautschuk der eingetrocknete Milchsaft eines in Brasilien heimischen Baumes sei. Gleichzeitig schickte er etwas größere Mengen der fraglichen Substanz an die Pariser Akademie und berichtete, wie die Indianer daraus Flaschen, Stiefel und ähnliche Gegenstände

herstellen, und außerdem durch Auftragen dieser Substanz auf gewebte Stoffe wasserdichtes Packtuch bereiteten. (Charles de la Condamine untersuchte als Leiter der französischen Expedition zur Messung eines Meridiangrades in Ekuador nebenbei dort und im westlichen Brasilien die Pflanzenwelt und ihre Produkte.) Im Jahre 1751 fand der Ingenieur Fresneau einen kautschukliefernden Baum in Cayenne und machte die ersten genaueren Angaben über das Verfahren, welches die Indianer bei der Gewinnung des Kautschuks verfolgen. Seine Mitteilungen gelangten durch de la Condamine zur Kenntnis der Akademie. Darin heißt es über das Gewinnungsverfahren: „Man beginnt damit, den Fuß des Baumes zu reinigen; hierauf macht man mit einem Messer Längsschnitte, die jedoch ein wenig schräg sein müssen und so tief, daß die Rinde vollständig zerstört ist. Die Einschnitte werden so angeordnet, daß die oberen genau über den unteren stehen, so daß das Harz aus einer Rinne in die andere läuft. Unten wird es in einem Blatte des indischen Blumenrohres oder einem anderen zweckmäßigen Blatte aufgefangen und in ein am Fuße des Baumes aufgestelltes Gefäß geleitet. Um diesen gewonnenen milchartigen Saft zu gebrauchen, macht man einen beliebigen Formkern aus Lehm. An der Stelle, die man nicht mit dem Safte zu überziehen wünscht, stößt man ein Stück Holz in die Form; so erhält man eine Öffnung, durch die man später die Erde herausnimmt, indem man Wasser durch die Öffnung einlaufen läßt und den Lehm erweicht. Ist der Formenkern gebildet und mit Wasser geglättet, streicht man den milchartigen Saft mit den Fingern darüber und läßt diesen Überzug über dichtem Rauch bei gelinder Hitze trocknen, indem man die Form fortwährend dreht, damit sich der Saft gleichmäßig verteilt. Doch muß man sich hüten, daß die Flamme ihn nicht erreicht, da er sonst zu kochen anfinge und sich kleine Löcher bilden würden. Sobald die erste Lage gelb färbt und nicht mehr an den Fingern klebt, trägt man eine zweite auf, die man ebenso behandelt, und so fährt man fort, bis die gewünschte Dicke erreicht ist. Zuletzt hält man den Gegenstand länger an das

Feuer, damit alle Feuchtigkeit verdampft und nichts als das elastische Harz übrigbleibt .... Natürlich sind die Arbeiten um so haltbarer, je mehr Lagen gemacht werden. Wenn man Leinwand mit diesem Safte präparierte, meinte Condamine, so könnte man daraus wasserdichtes Segeltuch, Schläuche für Feuerwehr und andere Zwecke, Säcke zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln etc. herstellen, ohne befürchten zu müssen, daß ein derartiger Stoff einen unangenehmen Geruch verbreitet. Doch könnten alle diese Gegenstände nur da verfertigt werden, wo solche Bäume wachsen, da der Saft schnell eintrocknet und seine Flüssigkeit verliert."

Der Botaniker Fuset Aublet, veranlaßt durch die Veröffentlichungen von de la Condamine und Fresneau, reiste nach Guyana und veröffentlichte zwei Jahre später, im Jahre 1728, in seiner Flora von Guyana eine genaue Beschreibung über den Kautschukbaum und gibt ihm den Namen Hevea guyanensis. 1762 und 1768 veröffentlichte Macquer in Paris seine chemischen Untersuchungen über den Kautschuk, wobei er dessen Erweichung durch rektifiziertes Terpentinöl und Auflöslichkeit mit Äther beobachtet hatte. Grossart lehrte 1768 brauchbare Röhren aus Kautschuk herstellen durch schraubenförmiges Herumwickeln eines Streifens Kautschuk um einen Glaszylinder.

Während also in der neuen Welt der Kautschuk und seine wichtigsten Stammpflanzen schon früh entdeckt und zur Kenntnis der europäischen Wissenschaft gelangt waren, blieb die Existenz des asiatischen und afrikanischen Kautschuks noch lange unbekannt. Um so merkwürdiger und unbegreiflicher ist dies, als in Vorderindien die Eingeborenen sich des Kautschuks zur Anfertigung verschiedener Gebrauchsgegenstände schon lange bedienten. Die erste asiatische Kautschukpflanze entdeckte erst 1798 der englische Arzt James Howeson auf der Prince-of-Wales-Insel an der Westküste von Malakka, welche später durch William Roxburgh als Urceola elastica bezeichnet wurde. Im Jahre 1810 fand Mathew R. Smith im südwestlichen Assam bei Sylket den Kautschuk zufällig als Dichtungsmittel bei den Indiern in Verwendung;

auf seinen Hinweis entdeckte Roxburgh die Stammpflanze, die er 1832 als Ficus elastica beschrieb. Der französische Botaniker meldete 1817 eine Kautschukpflanze aus Madagaskar, die er Vahea gummifera nannte, und die später durch Karl Schukmann als Landolphia madagascariensis endgültig bestimmt wurde.

Viel später noch als in Asien wurde der Kautschuk in Afrika entdeckt. Palisot de Beauvois hatte zwar schon 1804 in seiner Flora eine Liane aus dem Nigerdelta beschrieben, welche er Landolphia nannte, die heute noch als recht guter Kautschuklieferant geschätzt wird; aber erst 50 Jahre später erkannte man den industriellen Wert dieser Pflanze. In letzter Zeit fanden in Zentralafrika am Ubangi und Arwimi die Forschungsreisenden den Kautschuk bei den Negern bereits zu mancherlei häuslichem und sportlichem Gerät in Verwendung[1]). Seitdem sind mit der fortschreitenden topographischen Erschließung auch des dunkelsten Afrika nach und nach fast in allen tropischen Teilen desselben kautschukliefernde Pflanzen entdeckt worden. In neuester Zeit ist auch auf Neuguinea das Vorkommen wildwachsender Kautschukpflanzen festgestellt worden, und zwar zuerst 1892 im britischen Teile durch A. C. English eine Fikusart und auf deutschem Gebiete am Fuße des Bismarckgebirges im Jahre 1902 durch den hochverdienten Kolonialbotaniker Rudolf Schlechter eine vorzügliche Kautschukliane. Ferner entdeckte derselbe Forscher in den Bergen des südlichen Neukaledonien einen wertvollen Kautschukbaum, den er Alstiona Dückheimiana benannte, während im nördlichen Teile dieser Insel schon einige Jahre vorher ein guter Kautschuk von einer Fikusart gewonnen wurde. Schlechter fand diese Fikus in allen Bezirken von Neukaledonien sowie auf den Loyaltyinseln. Von den übrigen Südseeinseln ist nur noch die Fidschigruppe in der Literatur eine Zeitlang als kautschukproduzierend erkannt worden. Von diesen Inseln wurde zuerst im Jahre 1876 eine Probe nach Kew gesandt, und seitdem wurden noch mehrere

[1]) Siehe Prof. Dr. O. Warburg: Die Kautschukpflanzen und ihre Kultur. Berlin 1900.

Kautschukpflanzen von dort gemeldet; aber ihr Produkt hat sich als gänzlich unbrauchbar erwiesen, so daß die Fidschigruppe als Kautschukgebiet heute nicht mehr angesehen werden kann.

Schließlich sind auch auf dem Festlande von Australien, und zwar in den küstennahen Gegenden des mittleren und nördlichen Queensland, einheimische Kautschukpflanzen gefunden worden, wenn auch nur sehr vereinzelt im Busch zerstreut und deshalb von keiner Bedeutung für den Kautschukhandel.

Ungleich bedeutender aber ist das Fortschreiten unserer Kenntnisse der Ausdehnung der amerikanischen Kautschukreale. Bis in die unwegsamen Quellgebiete der entlegensten Nebenflüsse des Amazonas dringen zur Zeit viele Tausende kühner Kautschuksammler unter großen Strapazen vor, immer neue, noch unbekannte und unberührte Waldbestände vorfindend, deren Reichtum an Kautschuk sich aber natürlich nicht abschätzen läßt.

Der erste, welcher auf eine Verwendung des Kautschuks aufmerksam machte, war der berühmte englische Chemiker Pristley im Jahre 1770 in Leeds. Er empfahl den Kautschuk zur Benützung beim Auslöschen von Bleistiftstrichen; damals bezahlte man für ein würfelförmiges Stückchen Kautschuk von ein halb Zoll Größe (ca. 12 mm) in England 3 Schilling = 1 Taler. Bis zum Jahre 1820 blieb das Auslöschen von Bleistiftstrichen fast die einzige Verwendung, nur zuweilen wurde es von Chemikern zum Verdichten von chemischen Apparaten, zur Herstellung von luftdichten Verbindungen, zu elastischem luftdichtem Firnis auf Luftbälle verwendet, mitunter auch von Ärzten zu elastischen chirurgischen Verbänden. 1777 lehrte Theden in Berlin aus Kautschuk Bougies (ein stielrunder Stab, ungefähr 24 cm lang, aus gehärtetem Kautschuk, der als Sonde benutzt wurde) und Katheter (eine Röhre, die zur Einführung in eine Körperhöhle bestimmt ist, so z. B. zur Harnentleerung durch Einführen in die Blase) herstellen. Die ersten Versuche, Leder und gewebte Stoffe durch in Terpentinöl zur Gallerte erweichten

Kautschuk wasserdicht zu machen, fanden 1791 durch einen Engländer namens Peal statt.

Wie wenig ausgebildet und verbreitet im ersten Viertel des 19. Jahrhunderts die Verwertung des Kautschuks war, geht unter anderem daraus hervor, daß noch im Jahre 1820 Thomas Hancock in England sich ein Patent nehmen konnte für die Einbringung von Kautschukstreifen, um Handschuhe, Gürtel, Hosenträger etc. elastisch zu machen. Allein schon kurze Zeit später begannen die Fortschritte, welche allmählich die jetzige umfangreiche Kautschukindustrie schufen.

Im Jahre 1832 trat Macintosh, geb. 1766 zu Glasgow, Besitzer einer chemischen Fabrik, mit seinen weltberühmt gewordenen wasserdichten Stoffen hervor, welche er aus zwei Gewebsschichten mit dazwischen liegendem, durch Steinkohlenteeröl aufgelöstem Kautschuk bildete. Das Schneiden von Fäden aus Kautschuk nach verschiedenen Methoden, anfangs aus freier Hand, nachher mit Hilfe von allerlei Maschinen, und deren Verwendung an elastischen Schnüren und Geweben, ging von Wien aus durch Reithoffer (1828), fand aber weiterhin Nachahmer und Verbesserer in Frankreich und England, worunter Rattier und Guibal zu Paris und Nickles zu London (1836) vor allen andern zu nennen sind.

Mit der näheren Kenntnis der chemischen Eigenschaften des Kautschuks kam man zu der Einsicht, daß derselbe vermöge seiner außerordentlichen Elastizität, sowie Indifferenz gegen Säuren, Alkalien und Lösungsmittel sich zu mannigfachen Zwecken eigne. Der industriellen Verwendung aber standen anfangs die schwierige Behandlung resp. Bearbeitung des Rohmaterials, dem man bis dahin nur durch umständliches Beschneiden und höchst unvollkommene Methoden der Auflösung sehr schwer bestimmte Formen geben konnte, hindernd im Wege.

Die in Gestalt von Flaschen nach Europa kommende Menge Kautschuk reichte nicht mehr aus, als die Industrie das Rohmaterial zu höchst mannigfaltigen Gegenständen umbildete und verwertete, ebenso sind die dicken Platten des sogenannten Speckgummis zu unrein und porös gewesen,

als daß man sie unmittelbar hätte verarbeiten können. Es war daher eine wichtige Entdeckung von weitgehendster Bedeutung, als man fand, daß in kleine Stücke zerrissener und zerschnittener Kautschuk sich durch Kneten unter Mithilfe der Wärme zu großen, dicken Klumpen vereinigen läßt, die man beliebig formen und auch zu dicken Platten, bandförmigen Streifen und Fäden zerschneiden kann. Diese Eigenschaften werden dadurch herbeigeführt, daß der Kautschuk in der Wärme für einige Zeit seine Elastizität verliert. Knetmaschinen zu diesem Zwecke hat der obengenannte Nickles 1836, 1849 und 1853 angeführt; statt ihrer gebraucht man aber seit etwa 1852 ein glattes, hohles, durch eingeführten Wasserdampf erwärmtes Walzenpaar. In dem erwähnten Zustand ist der Kautschuk so geschmeidig, daß er durch ein gewöhnliches Walzwerk zu dünnen Platten gestreckt werden kann; hierauf gründet sich unter anderm das seit 1836 in England und Frankreich angewendete Verfahren, wasserdichte Zeuge durch Vereinigung einer solchen frischen, noch klebrigen Platte mit dem gewebten Stoffe zu verfertigen.

Noch aber litten die Kautschukwaren an einem höchst unangenehmen Übelstande, nämlich der Veränderlichkeit ihrer Elastizität. Bei gewöhnlicher Temperatur zeigte sich der natürliche Kautschuk sehr elastisch, so daß ein Kautschukfaden z. B. auf das 5—6fache seiner ursprünglichen Länge ausgezogen werden konnte und beim Loslassen wieder auf seine ursprüngliche Länge zurückschnellte; in der Kälte jedoch verlor er seine Elastizität und wurde hart und spröde; bei großer Sommerhitze dagegen, ungefähr 35 Grad C, wurde er klebrig und weniger elastisch.

Von höchster Bedeutung für die Entwickelung der Kautschukindustrie war deshalb die Entdeckung des sogen. Vulkanisierens des Kautschuks. Durch die Vulkanisation wird das obenerwähnte Verhalten des Kautschuks, bei niederer Temperatur seine Elastizität zu verlieren und spröde zu sein, bei höherer Temperatur dagegen klebrig zu werden, beseitigt. Der vulkanisierte Kautschuk behält bei niederer, sowie bei höherer Temperatur seine Elastizität vollständig und ist gegen

chemische Agenzien bedeutend widerstandfähiger als der nicht vulkanisierte.

Friedrich Wilhelm Lüdersdorf, Landesökonomierat in Berlin, geb. 1801 zur Bärwalde bei Frankfurt a. d. O., veröffentlichte 1832 seine Entdeckung, daß dem durch Terpentinöl aufgeweichten Kautschuk die nach dem Trocknen stets zurückbleibende Klebrigkeit genommen wird, wenn man ihm Schwefel beimengt; Benzinger in Hannover erhielt 1836 unabhängig von Lüdersdorff denselben Erfolg durch ein ähnliches Verfahren. Diese beiden, nicht weiter verfolgten Beobachtungen waren die Vorläufer der höchst bedeutungsvollen Erfindung der Vulkanisation.

Charles Goodyear zu Newhaven im nordamerikanischen Staate Connecticut brachte seit 1830 eine Zubereitung des Kautschuks in Anwendung, wodurch derselbe bei höchster Elastizität in den übrigen Eigenschaften wesentlich verändert erscheint, indem er alle Klebrigkeit verliert, in der Kälte nicht hart und steif wird, in der Wärme weniger erweicht und in allen Auflösungsmitteln des natürlichen Kautschuks unauflöslich bleibt. Die ersten Schuhe aus solchem vulkanisierten Kautschuk kamen 1842 nach Europa. Goodyear hielt sein Verfahren geheim und nahm erst 1843 in England ein Patent darauf, wobei es sich dann offenbarte, daß die Vulkanisation in einem Vermengen des Rohkautschuks mit gepulvertem Schwefel und nachherigem Erhitzen des Mischproduktes bestand.

Ehe sich die Kenntnis von diesem Verfahren verbreitete, ließ sich Hancok in England seine Methode des Vulkanisierens 1844 patentieren; diese sollte darin bestehen, den Kautschuk in geschmolzenen Schwefel zu tauchen und sodann der Hitze auszusetzen. Dieses Verfahren hat aber ebensowenig Eingang gefunden wie jenes von Keene 1845, der die aus Kautschuk verfertigten Gegenstände ungefähr eine Stunde lang in einem verschlossenen Raume der Einwirkung von Schwefeldämpfen unterwarf. Ebenso fand zunächst das Verfahren von Parkers 1846 keine Anwendung und Eingang, nach welchem die Kautschukgegenstände auf einige Minuten

in ein Gemisch von Chlorschwefel und Schwefelkohlenstoff getaucht werden. Trotz diesen mannigfachen, verschiedenen Arten der Kautschukvulkanisation adoptierte man doch überall in England, Frankreich und Deutschland, wo sehr bald Fabriken vulkanisierter Gummiwaren errichtet wurden, den Goodyearschen Prozeß, als den einzig gründlich wirksamen, der Erfolg versprach.

Keine Entdeckung hat die Kautschukindustrie in der Weise gefördert, wie die Vulkanisation. Erst durch ihre Entdeckung gewann der Kautschuk die ausgedehnte Verwendbarkeit, welche wir heute zu bewundern haben, besonders nachdem Goodyear im Jahre 1852 eine neue Modifikation der Vulkanisation erfunden hatte, wodurch es gelang, durch länger fortgesetzte Behandlung des Kautschuks mit Schwefel bei höherer Temperatur und durch gelegentliche Zusätze von Steinkohlenpech, Schellack etc. den Kautschuk in eine horn- oder fischbeinähnliche Masse, Hartgummi oder auch hornisierten Gummi genannt, überzuführen, eine Masse, welche gegenwärtig das gebräuchlichste Material zur Fabrikation von Kämmen und einer Menge anderer Gegenstände liefert.

Es grenzt an Unmöglichkeit, alle diejenigen Waren aufzuzählen, welche zur Zeit aus Kautschuk in seinen verschiedenen Zuständen, namentlich aber vulkanisiert und hornisiert, hergestellt werden; aber man darf sich dieser Mühe wohl enthoben halten, da die Artikel der Mehrzahl nach zu alltäglichen Gebrauchszwecken dienen und daher genügend bekannt sein dürften.

Der Gesamtkautschukkonsum verteilt sich in der Hauptsache auf die Vereinigten Staaten von Amerika, England, Deutschland, Frankreich, Rußland und Belgien. Die Vereinigten Staaten allein konsumieren etwa die Hälfte des gesamten Kautschuks der Welt, England und Deutschland ungefähr je $^{1}/_{6}$ und das Übrige Frankreich und Rußland mit den andern kautschukverarbeitendern Ländern zusammen.

Der Kautschukverbrauch verteilte sich in den Jahren 1913 und 1914 auf folgende Länder:

	1913		1914	
Vereinigte Staaten . . .	48000	tons	61240	tons
Großbritannien	18640	„	18000	„
Deutschland	15500	„	11000	„
Rußland	9000	„	11600	„
Frankreich	6500	„	5000	„
Belgien	3000	„	630	„
Österreich-Ungarn . . .	3000	„	3400	„
Italien	2000	„	4000	„
Skandinavien	1500	„	2400	„

Die Einfuhr der Länder dürfte sich mit dem Verbrauche mehr oder weniger decken, resp. bei den Ländern, welche auch als Durchgangsländer in Frage kommen, wie Amerika, England und Deutschland die Einfuhr, abzüglich der Wiederausfuhr.

Die Weltproduktion, d. h. Plantagenkautschuk, brasilian. Kautschuk und Kautschuke anderer Herkunft, betrug in tons:

Jahr	Plantagen-kautschuk	Brasilian. Kautschuk	Anderer Herkunft	Zusammen
1910	8200	40800	21500	70500
1911	14419	37730	23000	75149
1912	28518	42410	28000	98928
1913	47618	39370	21452	108440
1914	65—70000 (geschätzt)	—	—	120380 (geschätzt)
1915	—	—	—	146000 (geschätzt)

Als Haupteinfuhrplatz Deutschlands für Rohgummi kommt in erster Linie Hamburg in Betracht. Von den Jahren 1841 bis 1905 hat sich die Hamburger Einfuhr an Rohgummi um das Fünfhundertfache vermehrt; besonders charakteristisch ist die stark zunehmende Einfuhr seit Beginn dieses Jahrhunderts, die sich in erster Linie erklärt zunächst durch Rohgummiansprüche der Fahrrad- und Automobilindustrie und

dann durch diejenigen der Aviatik und Luftschiffahrt. Die Zunahme der Rohgummieinfuhr Hamburgs stellt sich statistisch folgendermaßen dar:

Jahr	Menge in Dz.	Wert in Mark
1900	119244	48540640,00
1905	179838	101891580,00
1909	155608	112015440,00
1910	190888	183652090,00
1911	198732	148059580,00
1912	208629	144292470,00
1913	171010	98973180,00

Aber nicht nur als Einfuhrplatz, sondern auch als Ausfuhrplatz, sowohl für Rohgummi als auch für Fertigfabrikate, spielt Hamburg eine sehr große Rolle. Eine Statistik hierfür in ähnlicher Weise wie die obere anzuführen, ist nicht möglich, da weder Rohgummi, noch Gummiwaren in den Statistiken getrennt aufgeführt sind; außerdem sind meistens in den Zahlenangaben noch andere Harze mit inbegriffen. Deshalb seien hier nur die Hauptländer der Kautschukausfuhr angeführt: es sind dies Amerika, England, Frankreich, Belgien und Schweden; weiterhin kommen in Betracht Spanien, Italien, Türkei, Finnland, Norwegen, Dänemark, Portugal und Rumänien.

Über die Ein- und Ausfuhr von Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten aus Gummi eine authentische Statistik für die verschiedenen Jahre zum Zwecke eines Vergleichs aufzustellen ist nicht möglich, da in den Reichsstatistiken einmal Hart-

Einfuhr

Jahr	Halbfabrikate		Fertigfabrikate	
	in tons	in 1000 M.	in tons	in 1000 M.
1910	1613	8065	215	4209
1911	1571	6599	254	4341
1912	1891	7566	767	5896
1913	1637	6219	735	5217

Ausfuhr

Jahr	Halbfabrikate in tons	Halbfabrikate in 1000 M.	Fertigfabrikate in tons	Fertigfabrikate in 1000 M.
1910	672	3347	2280	15532
1911	821	3442	2805	18128
1912	876	3444	5877	40549
1913	1013	3855	7370	50828

gummigegenstände mit aufgeführt sind und dann wieder nicht; weiterhin sind meistens Guttaperchawaren mit denen aus Gummi zusammen angeführt. Deshalb kann vorstehende Tabelle keinen Anspruch auf vollständige Richtigkeit machen.

Verbreitung der Kautschukpflanzen.

Bevor wir zur Betrachtung der Gewinnung und Verarbeitung des Rohgummis übergehen, wollen wir noch einen kurzen Überblick werfen auf die am meisten in Betracht kommenden Länder und die auf ihnen vorkommenden wichtigsten Kautschukpflanzen zur Kautschukgewinnung.

Die kautschukliefernden Länder teilt man am besten in drei Hauptgruppen ein, und zwar:

1. das amerikanische Produktionsgebiet,
2. das afrikanische Produktionsgebiet und
3. das asiatisch-ozeanische Produktionsgebiet.

1. Das amerikanische Produktionsgebiet.

Die bei weitem wichtigste Kautschuksorte auf dem Weltmarkte, sowohl hinsichtlich der Wertschätzung wie auch der jährlichen Ausfuhrmengen, ist der Parakautschuk.

Die Bäume, welche als die Stammpflanzen dieser Kautschukart eine so große Rolle in der Weltwirtschaft spielen, gehören zu der Familie der Euphorbiaceen. Diese umfaßt etwa 17—18 Arten der Gattung Hevea und eine Miranda, wovon die letztere allerdings für die Gesamtproduktion von sehr

geringer Bedeutung ist. Das Verbreitungsgebiet dieser kautschukliefernden Heveaarten hat entsprechend der gewaltigen Jahresausbeute von Parakautschuk eine ungeheure Ausdehnung. Es umfaßt das ganze Tiefland des Amazonenstromgebietes von den Deltainseln am Atlantischen Ozean bis in die unteren Hänge der Anden und vom südlichen Bolivien nach Norden bis über den Cassiquiasee hinaus ins obere Orinokogebiet übergreifend; außerdem finden sich noch Kautschukheveaarten am Ober- und Mittellauf einiger Flüsse Guyanas.

Der Parakautschuk wird im allgemeinen in drei verschiedenen Qualitäten gewonnen, je nach der Art der Stammpflanzen. Demnach unterscheidet man Para fina, Entre fina und Sernamby. Para fina wird so gut wie ausschließlich von der Milch der Hevea brasiliensis gewonnen, die mit großer Sorgfalt und vollkommen gleichmäßig in dünnen Schichten nacheinander geräuchert werden muß, damit sich keine schwammigen Stellen bilden. Para fina erscheint im Handel als ein großes, schwarzes Brot „bisquit", bei dem man durch einen Querschnitt die dünnen Schichten der Gewinnung noch genau sehen kann.

Die zweite Sorte, Entre fina, ist das Resultat entweder einer nachlässigen, übereilten Räucherung, oder einer mehr oder minder großen Beimischung von minderwertiger Milch anderer Kautschukheveen. Vielfach enthält deshalb diese Sorte feuchte, schwammige und übelriechende Einschlüsse.

Bei der dritten Art, Sernamby, werden die bei der Zubereitung der beiden ersten Sorten in den Sammelgefäßen freiwillig koagulierten Milchreste und die bereits in den Baumschnitten festgewordenen Teile und andere Überbleibsel, sowie die Abfälle der vorigen Sorten in große Klumpen zusammengepreßt, ohne vorheriges Räuchern in Fässern gelagert und kommen dann als Sernamby oder Negerköpfe in den Handel.

Cearakautschuk. Neben dem den Markt beherrschenden Parakautschuk produziert Brasilien noch andere Kautschuksorten, die aber von geringerer Bedeutung sind. Im Nordosten des Reiches, in einem vom Amazonenstrom-

gebiet durchaus verschiedenen Klima, ist die Heimat der kautschukliefernden Euphorbiacee Manihot-Glaziovii, deren Produkt unter dem Namen Cearakautschuk oder Manicoba im Exporthandel dieses Gebietes eine nicht unbeträchtliche Rolle spielt.

Das natürliche Verbreitungsgebiet des Cearakautschuks ist auf das Hinterland der Staaten Pianby, Ceara und Rio Grande do Nordo beschränkt. Bis in die neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war die Manicoba auch in den niedriggelegenen, küstennahen Gegenden von Ceara noch ziemlich häufig, aber die Raubwirtschaft der Kautschuksammler hat diese Bestände fast gänzlich vernichtet. Heutzutage wird die größte Menge des Cearakautschuks fast ausschließlich im Hinterlande von Ceara gewonnen.

Pernambukokautschuk. Noch eine dritte Kautschuksorte kommt aus Brasilien in den Handel, der sog. Mangabeira- oder Pernambukokautschuk. Die Stammpflanze gehört der Familie der Apocynaceen an, welche unter den vier kautschukliefernden Pflanzenfamilien bei weitem die größte Anzahl Kautschukgewächse, und zwar hauptsächlich windende Holzgewächse, Lianen, umfaßt. Die Gattung Hancornia jedoch, deren einzige kautschukliefernde Spezies, Hancornia speciosa, den Pernambukokautschuk liefert, erscheint nur in Baumform.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Hancornia scheint von Venezuela bis in die Mitte des Staates Parand, Südbrasilien, und von der atlantischen Küste bis in die unteren Hänge der Anden von Ekuador, Peru und Bolivia sich zu erstrecken.

Die Hauptausfuhrplätze des Mangabeirakautschuks sind Bahia und Pernambuko.

Caucho blanco. Das natürliche Verbreitungsgebiet der bisher beschriebenen kautschukliefernden Pflanzen beschränkte sich auf die östlich der Anden gelegenen tropischen Gegenden Südamerikas. Außer diesem Verbreitungsgebiet gibt es ein zweites von Kautschukpflanzen sowohl östlich als auch westlich der Anden; die Pflanzen, die hier wild wachsen, sind Sapium und Castilloa. Beide liefern einen

Kautschuk von mittelmäßiger bis besserer Güte, welcher im Handel den Namen „Caucho“ führt, von dem aber wieder mehrere Spezialsorten unterschieden werden. Castilloa liefert den Caucho negro, Sapium den Caucho blanco.

Betrachten wir zunächst die Gattung Sapium aus der Familie der Euphorbiaceen. Die kautschukliefernden Arten hiervon gehören ausschließlich dem nördlichen Südamerika an und ihr Areal reicht vom Stillen Ozean bis in den Staat Para hinein.

Nur westlich der Anden wird der Kautschuk aus den Sapiumarten rein geliefert. Häufig wird die Sapiummilch mit der Heveamilch vermischt und zu Entre fina oder fraca verarbeitet. Nur der Sernamby soll, wenigstens aus der besten Sapiumart, in vollkommener Reinheit den echten Para-Sernamby an Güte übertreffen.

Der Sapiumkautschuk oder Caucho blanco wird im allgemeinen etwas höher geschätzt als der Caucho negro von der Castilloa. In Ekuador erzielt der Caucho blanco meistens um 25—30 % höhere Preise als der dortige Caucho negro. Das Sapiumprodukt von Kolumbien gelangt als Colombia virgen oder Colombia scarps, als Caucho virgen oder weißer Jungfrauenkautschuk von Kolumbien in den Handel und steht im Marktwerte mit Para entre fina fast gleich.

Caucho negro und zentralamerikanischer Kautschuk. Unter allen Kautschuksorten, welche im Laufe der Geschichte bekannt geworden und in den Handel eingeführt worden sind, ist die zentralamerikanische Sorte weitaus die älteste. Neben dem Parakautschukbaum ist ihre Stammpflanze, Castilloa elastica, sowohl geographisch als botanisch am frühesten bestimmt worden. Dennoch herrschte bis in die allerneueste Zeit über den Umfang und über den kommerziellen Wert ihrer Varietäten, bezw. der ihr nächst verwandten Arten große Ungewißheit.

Die einzige kautschukliefernde Castilloa in ganz Mittelamerika, sowie in dem westlich der Anden gelegenen Teile des nördlichen Südamerika, ist Castilloa elastica Cerv.; auf der Ostseite der Kordilleren ist eine zweite Spezies, Castilloa

Ulii Warb., über das ganze Amazonenstromgebiet bis fast in die Gegend von Para verbreitet.

Unter allen Kautschukbäumen der Erde zeichnet sich die Castilloa durch die riesige Ausdehnung ihres natürlichen Verbreitungsgebietes aus. Von ihrer Nordgrenze im mittleren Mexiko erstreckt sich ihr Areal bis in das mittlere Bolivia und von West-Peru bis fast in die Umgebung der Stadt Para. In den östlichen und südlichen Staaten Brasiliens kann die Castilloa wegen allzu großer Trockenheit nicht existieren. In Venezuela und Guyana ist auffallenderweise auch in den günstigsten Lage keine Castilloa angetroffen worden. Castilloa eignet sich besonders gut für Plantagenkultur, und die Plantagen von Ceylon und Java bestehen hauptsächlich aus Castilloabäumen, ebenso die von Neu-Guinea.

2. Das afrikanische Produktionsgebiet.

Erst im Laufe der letzten 30 Jahre hat sich neben dem amerikanischen Produktionsgebiet Afrika einen hervorragenden Anteil an der Versorgung des Weltmarktes mit Kautschuk erworben, infolge der fortschreitenden Erforschung des schwarzen Erdteiles und der wirtschaftlichen Aufschließung der dortigen Kolonialgebiete. An Längenausdehnung sowie an Gesamtareal steht das afrikanische Kautschukgebiet demjenigen Amerikas nicht nach. Es reicht von der Mündung des Senegal bis zur Delagoabai und umfaßt etwas mehr als die Hälfte ganz Afrikas. Die Kautschukproduktion dieses Erdteils hat sich relativ viel schneller entwickelt, als die Amerikas. Die Kautschukgewächse gehören fast ausschließlich der großen Familie der Apocynaceen an, welche in etwa 1000 Arten in der heißen und gemäßigten Zone aller Erdteile vertreten sind.

Die bei weitem am meisten kautschukproduzierende Pflanzengattung Afrikas ist die der Landolphia, von welcher 14 Arten als sichere und gute Gummilieferanten bekannt sind.

Weitaus die wichtigsten Kautschuk-Landolphien sind echte Lianen von mehr oder minder bedeutenden, meist ganz enormen Dimensionen, nur etwa 2 oder 3 Spezies sind niedrige,

schwächliche, aber auf starken, kriechenden Wurzelstöcken stehende Kräuter, während noch einige wenige Arten als größere, selbständige Sträucher auftreten, welche mit ihren weit ausgreifenden Ranken benachbarte Sträucher und Bäume erfassen und dieselben als Klettersträucher überwuchern. Weitaus die größten Mengen der afrikanischen Gesamtproduktion liefern die echten Lianen dieser Gattung, sowie die rankenden Sträucher aus der Rinde ihrer oberirdischen, holzigen Pflanzenteile. Demgegenüber enthalten jene kleinen Kräuter in ihren schwächlichen, kaum fußhohen oberirdischen Teilen keinen Kautschuk, dagegen in ihren sehr kräftigen und weithin kriechenden unterirdischen Wurzelstöcken ein recht brauchbares, in sehr großem Umfange ausgebeutetes und daher sehr wichtiges Produkt, den Wurzelkautschuk.

Neben der für die Produktion des afrikanischen Lianenkautschuks so überaus wichtigen Gattung Landolphia ist in letzter Zeit die nahe verwandte Gattung „Clitandra“ gleichfalls zu großer wirtschaftlicher Wertschätzung emporgestiegen als Spenderin eines vorzüglichen schwarzen Kautschuks. Bei fast allen Clitandraarten ist der Milchsaft sehr reichlich vorhanden und besitzt dieselbe Konsistenz und Farbe, sowie die nämlichen charakteristischen Eigenschaften der besseren Kautschuklandolphien.

Die wichtigsten Kautschuklianen aus dieser Gattung sind wohl jene beiden, welche durch die Forschungen und Untersuchungen von C. de Wildemann und L. Gentil aus dem Kongostaate näher bekannt geworden sind, nämlich Clitandra Arnoldiane und Clitandra Nzunde, die beiden Hauptstammpflanzen des „Noir du Congo“.

Eine dritte Apocynaceen-Gattung ist die Carpodinus, welche gleichfalls mit Landolphia und Clitandra nahe verwandt ist und gleich jener zum größten Teile in Lianenform, zum kleineren als kriechendes Kraut auftritt.

W u r z e l k a u t s c h u k. Im Jahre 1888 gelangte nach Benguella die erste Kunde, daß auf dem Hochlande von Bihè die Neger eine merkwürdige Kautschuksorte aus gewissen Kräutern darstellten, welche auf den dortigen unabsehbaren

Prärien in gewaltiger Menge wachsen. Zuerst glaubte man, jene Kräuter enthielten die Kautschuksubstanz in unterirdischen Knollen, und noch im Jahre 1891 berichtete der amerikanische Konsul in S. Paulo „de Loando" in dieser Annahme zuerst über den neuen Kautschuk. Die rapid steigenden Anfuhren dieses zwar nicht erstklassigen, aber doch recht brauchbaren Produkts veranlaßten bald Erkundigungsreisen portugiesischer Regierungsbeamter in die Kautschukgebiete.

Von den maßgebenden Botanikern werden folgende Kräuter als wurzelkautschukliefernd anerkannt: Weitaus an erster Stelle Landolphia, Tholloini, sodann Carpodinus chylorrhizza und Carpodinus leucantha und schließlich als wenig brauchbar Carpodinus gracilis und Landolphia humilis.

Das Vorkommen der Wurzelkautschukpflanzen hat man ausschließlich in Angola, im Kongostaat und in Französisch-Kongo festgestellt. Von den Europäern wird der Wurzelkautschuk „caoutchouc des herbes" oder „caoutchouc des racines" oder auch „caoutchouc des prairies" oder „caoutchouc des rhizomes" genannt. Eigenartig, aber höchst einfach ist die Gewinnung des Wurzelkautschuks im Kongostaate. Die Negerkinder werden auf die Savannes geschickt, um die 2—3 m langen und stark fingerdicken Wurzelstöcke der Kautschukkräuter auszugraben. Diese bringen sie in Bündel zusammengeschnürt ins Dorf. Dort werden die Wurzelstöcke gereinigt, an der Sonne getrocknet und dann entrindet. Auf einer Steinunterlage werden die Rinden so lange mit einer Keule geschlagen, bis so ziemlich aller Kautschuk frei gemacht ist und nur noch wertlose Schalenteilchen übrig bleiben. Je nach der Sorgfalt, bzw. Nachlässigkeit, mit welcher diese Schalenteilchen entfernt werden, wird hauptsächlich die Güte des Produktes bedingt. Im südlichen Angola wird der Kautschuk aus den Wurzelstöcken erst nach vorausgegangener Gärung durch anhaltendes Klopfen oder Stampfen freigemacht. Trotz seiner natürlichen Güte erzielt der Wurzelkautschuk wegen der meist starken Verunreinigung durch Rindenteilchen nur selten bessere Preise.

Die Hauptausfuhrplätze für den Wurzelkautschuk aus

Angola sind Benguella und Mossamedes. Von welch großer wirtschaftlicher Bedeutung die niedrigen Kräuter durch ihr massenhaftes Auftreten für manche Gegenden geworden sind, ersieht man daraus, daß nach H. Baum z. B. am Quiriri die gesamte Kaffernbevölkerung der Wurzelkautschukbereitung obliegt. Der Kautschuk vertritt hier in gewisser Form von einem Kilogramm Gewicht als Münzeinheit vollständig die Stelle des Geldes im Tauschhandel mit den portugiesischen Händlern.

Die wichtigste Pflanze ist, wie schon vorhin erwähnt, Landolphia Tholloini. Ihr Verbreitungsareal erstreckt sich im Kongostaate hauptsächlich über die Distrikte Cataractes, Stanley Pool, Kwango oriental und über den westlichen Teil von Lualaba-Kassai, ferner über ein kleines Gebiet im südöstlichen Französisch-Kongo, in der Nähe des Stanley Pool, sowie fast über das ganze Hinterland von Nordangola bis nach Mittelangola.

Kickxiakautschuk. Gegen Ende 1894 brachten Eingeborene aus Lagos eine bis dahin im Handel völlig unbekannte Art, den Silkrubber, zuerst in kleinen Mengen an die Küste. Die günstige Aufnahme, welche das neue Produkt bei den Händlern fand, hatte zur Folge, daß bereits nach wenigen Monaten sehr große Mengen Silkrubber auf den Markt gebracht wurden. Während der beiden folgenden Jahre dauerte eine beispiellose Steigerung in der Produktion dieser Kautschukmarke in Lagos an. Aber schon 1897 begann als Folge der fieberhaften und rücksichtslosen Raubwirtschaft seitens der Eingeborenen eine fast ebenso schnelle Abnahme des Silkrubber, und heute spielt diese Kautschuksorte in der Ausfuhr von Lagos nur noch eine sehr geringe Rolle. Von den Kickxiaarten, welche bis jetzt aus Afrika bekannt sind, erhält nur Kickxia elastica einen Milchsaft, aus dem guter Kautschuk gewonnen werden kann.

Von allen Kautschukpflanzen Afrikas eignet sich ohne Frage die Kickxia elastica am besten zur Großkultur und findet sich in den Plantagengärten von Kamerun in großer Anzahl.

Außer den für die Kautschukproduktion Afrikas so überaus

wichtigen Landolphien, Kickxia und den verschiedenen Wurzelkautschukpflanzen, bringt die gewaltig ausgedehnte Kautschukzone Afrikas noch eine große Menge minder wichtiger Kautschukpflanzen, und zwar sind dies Vertreter aller vier kautschukliefernden Pflanzenfamilien. Diese Kautschukpflanzen sind aber wegen der Geringwertigkeit ihres Produktes von keiner großen Bedeutung.

Nächst Brasilien ist gegenwärtig der Kongostaat das wichtigste Kautschukland und erzeugt allein etwa ein Drittel der gesamten Produktion Afrikas. Die Ausfuhr von Kautschuk aus dem Kongostaat begann erst im Jahre 1886 und wuchs seitdem in ununterbrochener, gewaltiger Steigerung. Die Kautschukproduktion des Kongostaates wird zum allergrößten Teile nach Antwerpen verschickt und hat zu der beispiellosen Entwicklung des Antwerpener Kautschukhandels den Hauptantrieb gegeben. Außer der Eigenproduktion des Kongostaates ziehen die äußerst günstigen Wasserwege des gewaltigen Kongostromsystems auch noch erhebliche Kautschukmengen aus den angrenzenden Kolonialgebieten heran, welche alsdann ebenfalls über die Mündungshäfen des Kongostaates zur Ausfuhr gelangen.

3. Das asiatisch-australische Produktionsgebiet.

Gegenüber den gewaltigen Kautschukmengen, welche Amerika und Afrika jährlich auf den Weltmarkt bringen, steht das asiatische Produktionsgebiet mit kaum 5% der Weltproduktion sehr weit zurück. Vor 40 Jahren, als die afrikanischen Produktionen eben erst in den Wettbewerb einzutreten begannen, beherrschte der Fikuskautschuk aus Ostasien neben dem Para- und Castilloakautschuk den Weltmarkt. Infolge der maßlosen Ausbeutung der Kautschukwälder durch die Eingeborenen und der kurzsichtigen Wirtschaftspolitik der indischen Regierungen, welche der Zerstörung der Fikuswälder nicht frühzeitig Einhalt boten, sank aber seitdem die Bedeutung der jährlichen Kautschukproduktion Asiens immer mehr. An Areal kommen die Kautschukgebiete Asiens und der indoaustralischen Inselwelt den beiden anderen Kautschukzonen ebenfalls bei weitem

nicht gleich, da einerseits Asien überhaupt nur mit einem relativ kleinen Flächengebiet in die Tropen hineinragt und andererseits die ganze westliche Hälfte der asiatischen Tropen zur Kautschukerzeugung viel zu trocken ist. Die Erzeuger des asiatischen Kautschuks sind ungefähr zur Hälfte stattliche Bäume und zur anderen Hälfte Lianen, während die Kautschukpflanzen Amerikas ausschließlich große Bäume und diejenigen Afrikas weit überwiegend Lianen sind. An Mannigfaltigkeit der Gattungen und Arten sind jedoch die asiatischen Kautschuklianen denen Afrikas überlegen.

Fikuskautschuk. Die Gattung Fikus aus der Familie der Moraceen und Artocarpeen ist die einzige Gattung kautschukliefernder Bäume in der asiatischen Kautschukzone. Die Fikusbäume sind mit etwa 700 Arten in den wärmeren Gegenden der ganzen Erde verbreitet, besonders zahlreich in Süd- und Ostasien, auf den Inseln des Indischen Archipels und des Stillen Ozeans. Auch Afrika ist sehr reich an Fikusbäumen. Die Zahl der afrikanischen Arten beträgt etwa 120; Amerika scheint ihm an Artenreichtum nicht viel nachzustehen. Die bekannteste Spezies im Mittelmeergebiet ist die gewöhnliche Elsfeige.

Sämtliche Fikusarten, auch unsere bekannte Elsfeige, sind mehr oder minder stark milchsaftführend; auch scheint der Latex bei den meisten Arten kautschukhaltig zu sein. Trotzdem aber haben sich bisher nur wenig Arten zur Bereitung eines brauchbaren Kautschuks als geeignet erwiesen.

Als wirkliche Quellpflanze des schon seit Jahren von Nouméa nach Sidney zur Ausfuhr gelangenden recht guten neukaledonischen Kautschuks beschrieb O. Warburg eine neue Spezies als Ficus Schlechteri. Dieser Baum findet sich in allen Bezirken sowie auf den Loyaltyinseln, und zwar auf den verschiedensten Bodenarten, doch stets nur in vereinzelten Exemplaren. Der Kautschuk von Ficus Schlechteri zeichnet sich durch vorzügliche Qualität aus und gelangt in Form großer, keulenförmiger oder kugeliger Klumpen in den Handel.

Von allen Fikusarten Asiens ist am wichtigsten für die Kautschukgewinnung Ficus elastica, jene bekannte Art, die

als Topfpflanze vielfach bei uns unter dem Namen „Gummibaum“ gepflegt und gehalten wird. Diese Spezies ist die alleinige Stammpflanze des Assamkautschuks, nimmt den Hauptanteil an der Produktion des Rangoon-, Penang- und Javakautschuks und liefert einen wesentlichen Beitrag zum Singapore- und Pandangkautschuk.

Das natürliche Verbreitungsareal des Ficus elastica erstreckt sich demnach von den unteren Tälern und Gehängen des östlichen Himalaya in Sikkim über Assam, Burma, Tenasserin bis zum Südende der Halbinsel Malakka, sodann über ganz Sumatra, den feuchten westlichen und mittleren Teil von Java und noch über einige kleinere Inseln des malayischen Archipels.

Die Gewinnung des Kautschuks geschieht bei der Ficus elastica fast in ihrem ganzen Verbreitungsgebiete auf die nämliche primitive Weise. Die Eingeborenen lassen den Milchsaft in den offenen Schnittwunden am Baume ohne Zutaten gerinnen und eintrocknen, wobei die natürliche Güte des Produktes meist durch Rindenstückchen und andere Unreinlichkeiten beeinträchtigt wird.

Die übrigen Kautschukpflanzen Asiens und der indoaustralischen Inselwelt. Alle übrigen Kautschukpflanzen Asiens und der indoaustralischen Inselwelt sind Lianen, mit alleiniger Ausnahme des im Jahre 1902 durch Schlechter auf Neukaledonien entdeckten wertvollen Kautschukbaumes „Alstonia Dürkheimiana“. Sie gehören fast sämtlich der Familie der Apocynaceen an, mit Ausnahme dreier ganz unbedeutender Asclepiadaceen, die zwar ein gutes, aber quantitativ unzureichendes Kautschukprodukt ergeben.

Einen vorzüglichen Kautschuk liefert unbestritten Willughbeia firma aus der Gattung Willughbeia. Diese Liane ist die Hauptstammpflanze des Borneokautschuks, welcher unter der allgemeinen Bezeichnung Borneo I, II und III auf dem Hauptkautschukemporium Singapore eine bedeutende Rolle spielt. Der rein gewonnene und unvermischte Milchsaft von Willughbeia firma liefert bei sorgfältiger, rationeller Behandlung einen sehr guten Kautschuk. Leider erfolgt die Anzapfung der

Liane in unzweckmäßiger und meist nachlässiger Weise, und außerdem wird die Milch vielfach mit geringwertigen Milchsäften anderer Willughbeia- und auch Urceolaarten vermischt, so daß als Gesamtprodukt ein nur mittelmäßiger Kautschuk sich ergibt.

Urceola elastica aus der Gattung Urceola liefert einen ganz guten Kautschuk; sie ist dadurch interessant, daß sie die älteste aus Asien bekannte Kautschukpflanze ist und bereits 1798 durch James Howison auf der Insel Pulo-Pinang entdeckt wurde.

Weitere kautschukliefernde Gattungen sind: Parameria und Ecdysanthera.

Malakka produziert in seinem nördlichen Teile fast nur Fikuskautschuk, im Süden außer den Fikusbäumen nehmen auch gute Willughbeiarten und in geringem Maße Urceolaarten an der Produktion teil. Heute kommt aus Malakka nur noch Plantagenkautschuk aus Hevea brasiliensis und Ficus elastica. Die beiden Ausfuhrhäfen sind Penang und Singapore.

Ceylon, das wichtigste Kautschukgebiet Asiens, besitzt nur zwei wildwachsende Kautschukpflanzen von geringer Bedeutung. Daher hat es betreffs Wildproduktion stets nur eine unbedeutende Rolle gespielt, dagegen hat die Insel als Kautschukplantagenland namentlich für Hevea brasiliensis und Ficus elastica eine sehr große Bedeutung erreicht.

Natürlich habe ich die kautschukliefernden Pflanzen weder von Amerika, noch von Afrika, noch vom asiatisch-australischen Produktionsgebiete nicht erschöpfend behandelt, sondern nur die hauptsächlichsten hervorgehoben, die im Kautschukhandel eine größere Rolle spielen. Nähere Angaben und genauere Beschreibungen siehe bei Dr. Peter Reintgen[1]).

Eine Zusammenstellung der handelsüblichen Kautschuksorten, deren Waschverluste, Heimatsort, Preis- und Handelsname findet sich in Form einer statistischen Übersicht im Gummikalender[2]), zusammengestellt von Dr. Henriques.

[1]) Peter Reintgen: Die Geographie der Kautschukpflanzen. Berlin 1905.

[2]) Gummikalender. Berlin, Union Deutsche Verlagsgesellschaft.

Der Rohgummi.

Der Kautschuk, lateinisch Gummi elasticum, deutsch elastisches Gummi, oder schlichtweg Gummi genannt (französisch gomme, englisch india-rubber, spanisch seringa), ist eine Kohlenwasserstoffverbindung, der aus dem Safte gewonnen wird, den das Protoplasma der sogenannten Intercellulargänge bei einer großen Anzahl von Bäumen, Sträuchern und Lianen der tropischen Länder absondert. Aus der Tätigkeit des Protoplasmas hervorgegangen, scheint nach der Meinung einiger Naturforscher diese Kohlenstoffverbindung zum späteren Leben der Pflanze nicht notwendig zu sein. Man betrachtet sie vielmehr als eine von der Pflanze abgestoßene Substanz, die allein für die Industrie nutzbringend wirkt. Andere Gelehrte dagegen vertreten die Ansicht, daß wenigstens teilweise diese Kohlenstoffverbindung zur Ernährung der Pflanze notwendig sei, wieder andere nehmen an, daß sie zum Schutze der Pflanze diene.

Nach der Auffassung von G. David sind die milchhaltigen Gefäße der Gummigewächse einfache Zellen, die der Länge nach verlaufen und gleichzeitig viel verzweigte Arme in die Blätter schicken. David hat nun beobachtet und festgestellt, daß diese verzweigten Milchgefäße nicht zum Faser- sondern zum Füllgewebe gehören und stimmt damit vollständig mit den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchungen überein, die 1865 von Tecul der Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurden.

Macht man in die Gummigewächse einen Einschnitt, so entfließt ihnen ein ziegenmilchähnlicher Saft, Latex genannt, der, einer entsprechenden Behandlung unterworfen, die in ihm enthaltenen Kügelchen absondert und eine feste Masse bildet, die anfänglich mehr oder weniger weiß erscheint, den Kautschuk. Diese mikroskopisch kleinen Kügelchen haben nach Adriani einen Durchmesser von nicht mehr als 2,3 mikromm. Bleibt sich dieser Saft, Latex genannt, selbst überlassen, d. h. ohne jede weitere Bearbeitung, so trennen sich die Kügelchen

bald selbständig von der wässerigen Flüssigkeit und bilden an der Oberfläche eine Art Rahm; in engen Gefäßen verdichten sie sich zu Flocken, die überall in der Latexflüssigkeit umherschwimmen.

Kurz zusammengefaßt sind die Eigenschaften des Latex folgende: Er hat die Dichtigkeit von Rahm, riecht ein wenig nach Bernstein, mischt sich mit Wasser, dagegen mit keiner sonst den Kautschuk auflösenden Substanz. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 1,02 und 1,41, während dasjenige des Kautschuks 0,93 beträgt. Sehr verschieden ist sein Gehalt an reinem Gummi. Der Latex aus Para in Brasilien setzt sich zusammen aus 32 Teilen reinem Kautschuk, 12 Teilen Albumin und mineralischen Bestandteilen und 50 Teilen Wasser.

Die Gewinnung des Rohgummis.

Die Güte der Kautschukernte ist, abgesehen von natürlichen Einflüssen, besonders abhängig lediglich von der Vorsicht des Sammlers, d. h. von der Methode, die bei der Gewinnung des Latex angewendet wird, und von der Art, wie der Gummi von dem gesammelten Safte durch Gerinnung getrennt wird.

Der Milchsaft wird gewonnen durch einen anscheinend äußerst einfachen Vorgang, nämlich durch Einschnitte in die Rinde der Gummibäume und Sammeln des herausfließenden Saftes. Dennoch aber gehören zu dieser einfachen Art gewisse Kunstgriffe, denn von ihr hängt nicht nur das augenblickliche Ergebnis ab, sondern auch hauptsächlich das künftige Leben des Baumes, sein fernerer Ertrag und die Güte des Kautschuks. Für einen vernünftigen Sammler gibt es daher einen sehr wichtigen Grundsatz zu beachten: trachte nach einer möglichst guten, ergiebigen Ernte, lasse aber dabei die zukünftigen Ernten nicht außer acht.

Bei der Latexgewinnung kann man zwei Arten unterscheiden, erstens die Anzapfung durch Fällen der Bäume und zweitens die Anzapfung durch Einschnitte oder Stiche in ihre Rinde.

Allerdings ist die erste Methode, das Fällen, diejenige, die am raschesten zum Ziele führt und auch für den Augenblick ein reicheres Ergebnis liefert, als jede andere Methode der rationellen Anzapfung; aber sie erzielt das Ergebnis nur ein einzigesmal, denn der Baum geht zugrunde. Sie ist einfach nichts anderes als Raubbau. Diese Art der Latexgewinnung ist also durchaus zu verwerfen, allerdings gibt es zwei Fälle, wo sie allenfalls statthaft ist. Hat man z. B. Pflanzen, von denen man weiß, daß sie nach einer einmaligen, noch so vorsichtigen Anzapfung zugrunde gehen, dann ist der Raubbau natürlich das Gegebene. Oder gesetzt den Fall, der Urwald sei so dicht, daß sowieso durch Fällen der Bäume gelichtet und Platz geschaffen werden müßte, auch dann ist Raubbau verständlich. Im Gegenteil, beim letzten Fall ist diese Art von Gewinnung nur von Vorteil, denn es wird Luft und Licht für die andern Pflanzen geschaffen und dadurch ein kräftigeres Wachstum gefördert. Das ist beispielsweise der Fall in Mittelafrika, wo die Bäume sehr dicht stehen,

In jedem anderen Falle ist das Anzapfen durch Stiche oder Einschnitte die weitaus rationellere Methode. Aber hier heißt es aufpassen, daß weder die Bäume Schaden nehmen, noch die Güte des aus dem Latex gewonnenen Gummis beeinträchtigt wird. Allgemein ist anerkannt, daß Brasilien, insbesondere das Amazonenstromgebiet zusammen mit seinen Nebenflüssen, den reinsten Gummi liefert. Hier wurde auch zu allererst die Methode des Anzapfens angewendet. Überall da, wo es die Verhältnisse des Landes und die Art der Beschaffenheit der Bäume gestatten, sollte man nach dem Beispiel von Brasilien verfahren, wegen der Größe der Vorteile, die die dortige Behandlung der Bäume bietet.

Die einfachste Art der Anzapfung ist die früher in Brasilien fast allgemein angewandte, die unter dem Namen „Arrocho“ bekannt ist. Um den Latex aus den Bäumen zu gewinnen, umwand man den betreffenden Baum in schräger Richtung mit einem Seile, das man so festband, daß sich der Knoten an der höchsten Stelle befand. War diese Einschnürung vollendet, dann machte man oberhalb derselben

eine größere Anzahl Einschnitte in den Baum. Zunächst lief der herausquellende Saft senkrecht am Stamme herunter, folgte dann aber der Richtung des umgebundenen Seiles, bis er an der tiefsten Stelle der Umschnürung in ein bereitstehendes Gefäß überlief. Weil jedoch die Kautschuksammler, Seringueros genannt, sich nicht immer die Mühe nahmen, den umgebundenen Strick später wieder zu entfernen, so konnte dieses Verfahren den Bäumen sehr schädlich werden, da sie durch den Strick, unten eingezwängt, in ihrem Wachstum behindert wurden und infolge davon allmählich eingingen. Da bei dieser Anzapfungsmethode der Saft auf dem langen Wege längs des Baumstammes allerlei Unreinlichkeiten, wie Moos, Holzsplitter, Insekten etc. mitnahm, die sich später im Gummi wiederfanden, und da außerdem die Einschnitte häufig so tief waren, daß der Stamm davon tödlich verletzt wurde und sich auch infolge der Tiefe des Einschnittes der Saft mit anderen Säften mischte, so gab man diese Art als unrationell fast ganz auf, namentlich auch deswegen, weil die Einschnitte öfter nicht tief genug waren und nur wenig Latex herausfloß.

Der Name Seringueros entstand bei den Omagnas, einem Stamme, der mitten im amerikanischen Kontinente an den Ufern des Amazonas wohnt. Diese stellten aus Kautschuk birnförmige Flaschen her, an deren Hals sie eine Röhre aus Holz befestigten. Drückte man nun auf diese Flaschen, so trat die in ihnen enthaltene Flüssigkeit aus. Solche Flaschen sind also richtige Spritzen, „Seringues“. Nach ihnen nennen die Portugiesen diesen Baum, aus dem sie ihr Gummi gewinnen, „Pao de Seringa“ und die Sammler des Gummis „Seringueros“. Gleichzeitig mit der Erklärung des Namens findet sich in den Berichten von de la Condamine eine Beschreibung, wie die Indianer bei der Gewinnung des Kautschuks verfahren. Allerdings beruhen diese letzten Forschungen auf einem Berichte des französischen Ingenieurs Fresneau, der in Cayenne wohnte und die Ergebnisse seiner Forschungen über den Kautschukbaum in einem Briefe an de la Condamine mitteilte. Er ist es gewesen, der auch zuerst die Bedeutung des Gummis für die Industrie erkannte. In

seinem Berichte an de la Condamine gibt er die Kennzeichen des Gummibaumes an und beschreibt das Rohgummigewinnungsverfahren der Indianer folgendermaßen: „Man beginnt damit, den Fuß des Baumes zu reinigen; hierauf macht man mit einem Messer Längsschnitte, die jedoch ein wenig schräg sein müssen und so tief, daß die Rinde vollständig zerstört ist. Die Einschnitte werden so angeordnet, daß die oberen genau über den unteren stehen, so daß das Harz aus einer Rinne in die andere läuft; unten wird es in einem Blatte des indischen Blumenrohres oder einem anderen zweckmäßigen Blatte aufgefangen und in ein am Fuße des Baumes aufgestelltes Gefäß geleitet ....“ Das ist ein Teil des Berichtes von Ingenieur Fresneau an de la Condamine, geschrieben ungefähr um das Jahr 1740, über welchen später Condamine der Akademie Mitteilung machte.

Die praktischste und beste Art der Anzapfung ist die, welche heute noch im unteren Tale des Amazonenstroms ausgeübt wird. Am eingehendsten wird diese Methode in den Werken von Carrey und Chappel beschrieben.

Am frühen Morgen gegen 5 Uhr geht der Kautschuksammler, Seringuero genannt, an die Arbeit. Sein Werkzeug, das er zur Anzapfung braucht, besteht aus einer kleinen, kurzstieligen Axt mit einer Schneide, nicht breiter als 3 cm und abgeschorrt auf 5 mm, Machado genannt; weiter braucht er einen Eimer und kleine Becher aus Blech, die Tigellinas. Der Arbeitsplatz, den der Seringuero ausbeutet, besteht meistens aus 100—150 Bäumen und führt den Namen Estrade. Selten geht der Kautschuksammler allein auf den Arbeitsplatz; es begleitet ihn meistens seine Familie oder ein oder mehrere Gehilfen.

Die Anzapfung beginnt erst, wenn der Stamm zuvor sorgfältig gereinigt und der Boden rings um den Baum herum gesäubert ist. Mit einem einzigen geschickten Axthieb wird die Rinde des Baumes gerade so tief geschlitzt, daß ohne weitere Beschädigung die Milch herausfließen kann. So wird der Baum ungefähr an 12 verschiedenen Stellen angeschlagen.

Von großem Wert für die Erhaltung der Bäume ist die

bei der Anzapfung verwendete Axt, Machado genannt, die von den Nordamerikanern erfunden wurde; denn sie gestattet infolge ihrer Ausführung bei richtiger Handhabung nur kleine und schmale Einschnitte, die dem Baum für sein ferneres Gedeihen nicht schädlich sind, und viele Kautschukbäume verdanken ihr ihr Leben.

Die Anordnung der Einschnitte ist verschieden; am besten ist wohl jene, bei der die Einschnitte senkrecht untereinander angebracht werden, und es hat sich gezeigt, daß bei dieser Methode der Ertrag an Latex auf lange Jahre hinaus ziemlich gleich bleibt, während bei willkürlicher und unregelmäßiger Anordnung der Anzapfungsstellen wohl im ersten und zweiten Jahre der Ertrag sich gleich bleibt, dagegen vom dritten Jahre an das Ergebnis nachläßt und bald die ganze Anzapfung ziemlich resultatlos verläuft.

So sieht man z. B. viele Heveen, die kaum mehr eine handgroße Stelle ohne Einschnitt aufweisen, aber trotzdem wegen der vernünftigen Anzapfungsart gut gedeihen. Eine ganze Kautschukernte besteht pro Jahr und Baum aus 20 Anzapfungen, und im allgemeinen verfährt der Seringuero so, daß er sich eine Estrade in 150 Bäume einteilt, die er in 3 Tagen in 3 Abteilungen anzapft. Wieviel Leute zur Ausbeutung notwendig sind, läßt sich nicht genau angeben, da vor allem die Arbeitsamkeit des Sammlers und die Zwischenräume von einem Baum zum andern entscheidend sind. Die Erntezeit selbst ist zu jeder Jahreszeit möglich, die Erfahrung aber hat gelehrt, daß das Ergebnis der Anzapfung den besten Ertrag verspricht bei einer Erntezeit von Ende August bis 1. Januar. Ebenso ist die Tageszeit beliebig. In einigen Gegenden beginnt man z. B. bei Tagesanbruch, in andern Gegenden dagegen macht man am Abend die Einschnitte und sammelt den Saft erst in der Frühe des folgenden Tages.

In Brasilien werden die Einschnitte in einer Höhe von 30 bis zu 180 cm von der Erde entfernt gemacht, und unter jeden Einschnitt wird ein Becher zur Aufnahme der Milch befestigt. Natürlich ist das Latexergebnis ein schwankendes, da es für den Ertrag darauf ankommt, ob der Baum nun

gerade in seinem besten Jahre steht oder nicht. Auch sind keineswegs die Jahresergebnisse immer gleich; denn sowohl außergewöhnliche Trockenheit, sowie auch der Umstand, ob der Einschnitt auf der der Sonne zugekehrten oder abgewandten Seite gemacht ist, beeinflussen den Ertrag. Das dürfte auch die Erklärung sein, warum in manchen Gegenden abends angezapft und frühmorgens der Ertrag eingesammelt wird. Außerdem sprechen dafür die Gewitterregen, die ja meistens nicht in der Nacht fallen. Eine Anzahl von 150 Bäumen liefert nach Berechnungen des Mittels ungefähr bei jeder Anzapfung 52 Liter Milchsaft oder 36 kg Rohgummi, was bei einer Anzapfung im Jahre, also ungefähr 20mal soviel, d. h. einen Ertrag von 720 kg Rohgummi ergibt.

Sehr ähnlich der Anzapfung in Brasilien ist die des oberen Amazonenstromes, nur infolge der primitiveren Werkzeuge und der geringeren Sorgfalt bei der Anzapfung weniger ertragreich. Hier ersetzt den Sammeleimer ein Flaschenkürbis, die Becher eine Muschel, und die Axt wird oft durch das alte, breite Krummbeil ersetzt, das so große Verheerungen unter den Bäumen angerichtet hat.

Daß die Ernte am Amazonas früher oft sehr ungleich ausfiel und den vorhandenen Beständen an Kautschukbäumen gar nicht gleichkam, lag zum großen Teile daran, daß die Gewinnung fast nur von den Eingeborenen besorgt wurde. Seitdem aber hohe Preise für Kautschuk bezahlt werden und die Nachfrage immer größer wurde, holten sich die Eingeborenen Arbeiter aus südlicheren Gegenden, und jedes Jahr wurden zur Ausbeutung der alten Estraden noch neue in Angriff genommen. Seitdem außerdem noch regelmäßiger Dampferverkehr auf dem Amazonenstrom eintrat, wurden die Hausierer, die früher den Verkehr dadurch vermittelten, daß sie sich in Manaos und Para mit Lebensmitteln, Konserven, Baumwollstoffen usw. versorgten und mit ihren eigenen Booten die Flüsse hinauffuhren, ihre Waren gegen Rohgummi vertauschten und diesen zurückfuhren, verdrängt. Jetzt wird es so gehandhabt, daß der Sammler mit seiner Arbeiterschar und seinen Geräten den Amazonas auf dem Dampfschiff hinauffährt und

nach beendigter Ernte selbst mit seinem Kautschukertrag nach Manaos oder Para zurückkehrt und sich eigenhändig mit Lebensmitteln usw. versieht.

An den beiden genannten Plätzen geht der Kautschukhandel ungefähr fast so vonstatten wie in Europa. Bei einem Kommissionär setzt der Seringuero seinen Kautschuk ab und kauft sich auch bei ihm seine Lebensmittel. Der Kommissionär seinerseits übernimmt auf eigene Rechnung in der Rolle des Vermittlers den Einkauf des Gummis und den Versand, und das berechnet er seinen Kunden unter Zuschlag einer Kommission. Die größten der so entstandenen Kommissionshäuser haben sich im Laufe der Zeit ihre eigenen Schiffe angeschafft und übernehmen Fracht- und Personenverkehr auf dem Amazonas in der Hauptsache für sich und ihre Kunden. Natürlich fahren infolgedessen nicht mehr die Seringueros nach Manaos und Para, sondern die Kommissionsschiffe befrachten sich am Ausgangsort mit den Gebrauchsmitteln für die Kautschuksammler, bringen sie an Ort und Stelle, bzw. an die Kautschukestraden, und befrachten sich dann auf ihrer Rückreise mit dem gesammelten Rohgummi, der in Manaos und Para für Rechnung der Seringueros durch die Kommissionshäuser zum Tagespreis verkauft wird. In neuerer Zeit gibt es auch einige große Firmen, namentlich englische, die diesen ganzen Zwischenhandel umgehen und sich die Produktion des Gummis und den gesamten damit verbundenen Handel selbst zur Aufgabe stellen.

In Mittel- und Südamerika ist im Prinzipe die Anzapfungsmethode auch ganz ähnlich, nur die Anlage und Tiefe der Schnitte und die Art des Sammelns differiert etwas. In Mittelamerika bedingt die Art des Gummibaumes, die Castilloa elastica, einen kleineren Einschnitt, der deshalb häufig durch einen Stich ersetzt wird, um eine kleinere Wunde zu bekommen. Zu erwähnen ist hier die nach der Lewaplantage benannte Lewamethode, die darin besteht, daß man den Milchsaft aus kleineren Einstichen austreten läßt und ihn mittels seichter, mit einem kurzen Messer hergestellter Rinnen an den am besten vorher geschälten Bäumen abwärts in Sammelgefäße

leitet. Hierbei hat sich die Kelway-Bambersche, ursprünglich für Hevea angewendete Zapfart der senkrechten Parallelrinnen als sehr gut verwendbar erwiesen.

Afrika hat keine besondere Methode; die Anzapfung geschieht hier in jeder Gegend auf andere Weise, was natürlich mit sich bringt, daß das schon von Natur aus schlechtere Erzeugnis dem amerikanischen, speziell dem des Amazonas und dem Brasiliens, nachsteht.

Ganz anders ist die Anzapfungsmethode in Asien, hauptsächlich verursacht durch die Gewinnung des Kautschuks aus den Fikusarten. Hier umschnürt man den Baum mit Bast und bringt elliptische, bis an den Bast reichende Einschnitte am unteren Teile des Stammes und an den Luftwurzeln an. Der Ertrag hängt von der Jahreszeit hier ganz besonders ab. Beträchtlichen Gummigehalt, jedoch wenig Latex, haben wir hier im Februar und März. Ähnlich ist das Verhältnis im August mit einem Gummigehalt des Latex von 30%. Dagegen ist in den übrigen Monaten der Gummigehalt nur etwa 16%, was infolgedessen Februar, März und August zur Erntezeit bestimmt.

Wo es sich in Australien um die Ausbeutung ähnlicher Pflanzen handelt, folgt man z. T. der Methode Asiens, aber vielfach wird hier auch noch die Latexgewinnung durch Fällen der Bäume bewirkt.

Das sind in kurzen Zügen ungefähr alle Methoden, die bei der Gewinnung der Kautschukmilch in Betracht kommen. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die rationelle Ausbeutung für das Leben der Pflanzen von größter Wichtigkeit ist und gleichzeitig der Ertrag der Menge Latex bzw. Rohgummi davon abhängt.

Die Gerinnung des Latex.

Durch die Arbeiten Henris, „le caoutchouc et la Gutta-percha 1906“ und anderer Forscher ist heute mit Sicherheit festgestellt, daß die Art der Koagulation, d. h. der Gerinnung des Milchsaftes, neben der Bodenbeschaffenheit und der Anzapfungsmethode für die Güte des Kautschuks in erster Linie

maßgebend ist. Die Arten der Koagulation sind sehr verschieden, und wegen ihrer großen Zahl seien hier nur kurz die hauptsächlichsten eingehender geschildert.

Nachdem aus den Kautschukbäumen der Milchsaft gewonnen worden ist, handelt es sich darum, die beiden Hauptbestandteile des Milchsaftes, das Serum und die Kautschuksubstanz, zu trennen, was mit Hilfe vielerlei Methoden geschehen kann. Manche Milchsäfte koagulieren oft schon kurz nach dem Austritte am Baume selbst, z. B. Manihot Glaziovii, andere wieder rahmen auf, wenn man sie mit Wasser verdünnt und stehen läßt; zentrifugiert man nun, so sondern sich die Kautschukkügelchen ab, vereinigen sich, und die Masse wird fest. Die meisten Milchsäfte aber koaguliert man heute unter dem Einfluß von Säuren.

Eine der ältesten Methoden für Koagulierung ist die der Räucherung, wie sie am Amazonas, in Brasilien und Neukaledonien angewendet wird. Zu diesem Zwecke macht man in einem einfachen Räucherapparat „fumeiro“ ein Feuer an, das mit Nüssen von Urukuri- oder Tukcuma-Palmen unterhalten wird. Diese Nüsse rufen bei ihrer Verbrennung den zur Räucherung notwendigen Rauch hervor. Nunmehr wird ein keulenartiges Instrument aus Holz mit langem Stiele, dessen verdicktes Ende zur Verhinderung des Festlegens von Kautschuk mit Teer bestrichen ist, in die Milch getaucht und danach in den Rauch gehalten. Bei der Verbrennung bilden sich aus dem schwelenden Brennmaterial unter anderem Säuren und Phenole; die Säuren koagulieren den Latex, die Phenole wirken auf die zur Fäulnis neigenden Eiweißbestandteile des Milchsaftes konservierend, und zugleich bewirkt die Hitze des Rauches eine weitgehende Trocknung des Kautschuks. Die eigentliche Kautschuksubstanz bleibt in Form eines zusammenhängenden Häutchens, dessen Dicke nur Bruchteile eines Millimeters beträgt, auf der Holzkeule zurück. Man wiederholt diesen Vorgang so oft, bis die Kautschukmasse auf der Keule die gewünschte Dicke erhalten hat. Sie wird dann durch einen senkrechten Schnitt in zwei Teile geteilt und von dem Holze losgelöst. Die so erhaltenen Ballen, die ihrer

Gewinnung nach schichtweise Struktur besitzen, werden unmittelbar als „Para fein“ in den Handel gebracht. Diese Räucherungsmethode wurde auch für den Plantagenkautschuk angewendet und maschinell ausgestaltet, indem man mit Hilfe besonderer Apparate einen Strom von Rauch und Wasserdampf in den Latex einbläst: „Da Costa-Verfahren“.

Weite Verbreitung hat die Koaguliermethode durch Säuren erlangt und namentlich durch Zusatz von Essigsäure. Hierbei wird der Latex in runde oder viereckige Pfannen gegossen und die entsprechende Menge Essigsäure zugesetzt. In derselben Weise werden Abkochungen von Pflanzen, von Wurzelknollen und Samen anderer Pflanzen, dann Schwefelsäure, Salzsäure, Ameisensäure, Fluorwasserstoffsäure und Lösungen von Alaun zugesetzt. Nach einiger Zeit setzt sich dann am Boden des Gefäßes eine weiße Masse ab, und je nach der Form des Gefäßes erhält man so runde oder viereckige Kautschukkuchen, die noch einer gründlichen Trocknung bedürfen. Zu diesem Zwecke werden sie zunächst durch leichtes Walzen ausgepreßt und dann auf Drahtnetzen oder freihängend in einem luftigen Raume zum Trocknen ausgelegt. Durch diese beiden beschriebenen Methoden, Räuchermethode und Säurenmethode, erhält man die besten Kautschukqualitäten.

Daneben gibt es aber noch zahllose andere Methoden, und besonders in Afrika sind die Eingeborenen nicht wählerisch bei der Koagulierung, allerdings in der Regel zum Nachteile der Produkte. Hier werden zum Teil die Latices am Baume selbst koaguliert, indem man die Einschnitte mit dem Koaguliermittel bestreicht. Der Kautschuk wird in Form von Streifen gewonnen, die zusammengeknetet oder geflochten werden. Koaguliermittel sind der Saft von wilden Orangen und Zitronen, von den Früchten des Affenbrotbaumes, Harze, Karbol und Essigsäurelösung und Chlorkalziumlösung. Mancherorts schmieren sich auch die Eingeborenen den Kautschuksaft auf den nackten Körper zum Zwecke der Koagulierung.

Eine andere Art der Gerinnung ist die, daß die Stengel der Bäume abgehackt werden. Die Teile werden getrocknet und dann geklopft, wodurch sich die Kautschukteilchen zu-

sammenballen und an den Enden der abgehackten Stengel heraustreten, oder es werden auch mitunter die ganzen Teile zermahlen. Zu diesem Zwecke dienen besondere Maschinen, bei denen die Pflanzenteile zwischen einem mit einzelnen großen Zähnen versehenen Rade und einer gezahnten, nachgiebig gelagerten Gegenfläche hindurchgetrieben werden, wobei die Gummi enthaltende Faser freigelegt wird. Nach der groben Zerkleinerung wird das Material noch in Mühlen weiter zerrieben, und durch einen Strom heißen Wassers wird die Holzfaser weggeschwemmt und die Koagulation bewirkt.

Neuerdings gibt Spence[1]) folgende Übersicht über die zur Koagulation verwendeten Verfahren:

I. Koagulation durch Hitze:
   1. durch künstliche Wärme:
      a) Räucherung: Amazonas, Brasilien, Neukaledonien;
      b) Kochprozeß: Mexiko, Westafrika;
   2. durch natürliche Wärme:
      a) Abscheidung in Erdgruben durch Verdunstung oder Versickerung der Flüssigkeit: Angola;
      b) Abscheidung auf dem menschlichen Körper: Kongo;
      c) Verdunstung auf dem flachen Boden: Ceara, Angola.

II. Koagulation durch Rahmbildung:
   1. Rahmbildung nach der Verdünnung mit Wasser; Filtrieren, Waschen und Pressen: Bahia, Kongo;
   2. Rahmbildung durch mechanische Mittel; Zentrifugieren in Verbindung mit der Koagulation durch Säuren: Ceylon.

III. Koagulation durch chemische Agenzien:
   1. mineralische Säuren und Agenzien: Gambia, Senegal, Mozambique, Matto-Grosso, Pernambuco, Maranhao;
   2. organische Säuren und Pflanzenauszüge; Ceylon, Peru, Guatemala, Gambia, Madagaskar, Oberkongo, Deutsch-Ostafrika.

IV. Koagulation durch Dreschen und Einweichen; für Lan-

1) Katalog der internationalen Kautschukausstellung, London 1908; Herbst, Jahrbuch der Kautschukindustrie, Berlin 1909.

dolphia und andere Wurzelgummi: Westafrika, Deutsch-Ostafrika, Guayule in Mexiko.

V. Koagulation durch chemische Behandlung mit nachfolgender Extraktion des Kautschuks durch Lösungsmittel: Guayule in Mexiko.

Die Eigenschaften des Rohgummi.

Der Rohkautschuk besitzt gelbliche bis braunschwarze Farbe. Das spezifische Gewicht des technisch reinen Parakautschuks beträgt nach Faraday etwa 0,92, das des Speckgummis etwa 0,96. Der höhere Wert ist bedingt durch die Anwesenheit von Wasser. Mit steigender Temperatur nimmt das spezifische Gewicht ab.

Beim Abkühlen wird der Kautschuk fest und hart, beim Erwärmen weich. Frische Schnittflächen haften beim Zusammenbringen fest aneinander, falls die Schnittstellen nicht feucht sind. Will man Zusammenkleben vermeiden, so verwendet man beim Zerschneiden mit Wasser befeuchtete Messer oder schneidet ganz unter Wasser. Schnittflächen von unter 0 Grad abgekühltem Kautschuk haften nicht mehr aneinander. Beim Erwärmen auf etwa 120—170 Grad C schmilzt der Kautschuk unter gleichzeitiger Zersetzung, und die entstehenden Dämpfe brennen beim Anzünden mit hell leuchtender Flamme. Wasser vermag den Rohkautschuk nicht zu lösen, wohl aber nimmt der Kautschuk bei längerem Liegen unter Wasser große Mengen davon auf, wird heller und nimmt bis zu 25 % an Gewicht zu.

Mit organischen Flüssigkeiten bildet der Rohgummi Quellungen; besonders geeignet als Quellungsmittel erweisen sich Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Petroläther, Kohlenwasserstoffe, Benzin und viele Öle. Das Aufquellen wird erleichtert durch Bewegen der Flüssigkeit. Ferner ist Kautschuk ein Nichtleiter der Elektrizität, d. h. ein guter Isolator.

Mit Benzolen, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und den Chloradditionsprodukte des Azetylens bildet Kautschuk Lösungen.

Kautschuk vermag den meisten Gasen zu widerstehen. Dagegen zersetzen ihn konzentrierte Salpeter- und Schwefelsäure; in sehr energischer Weise tut dies ein Gemisch von beiden. Wird er lange Zeit warmer Luft und dem Lichte ausgesetzt, verliert er an der Oberfläche seine Elastizität und erleidet eine Veränderung (Oxydation).

Bei trockener Destillation liefert der Rohkautschuk neben wässerigen Produkten solche von teerartiger Natur, aus welchen sich flüchtige Kohlenwasserstoffe ausscheiden lassen. Das Verhalten des Rohgummis gegen Schwefel und Schwefelchlor bedarf bei der Vulkanisation einer eingehenderen Besprechung, denn es bildet den wesentlichen Bestandteil des vulkanisierten Gummis.

Plantagen-Gummi.

Die immer größere Ausbeutung der natürlichen Ausbreitungsgebiete des Kautschukbaumes und der durch die Eingeborenen betriebene Raubbau, sowie der Mangel an Rohmaterial für die große Nachfrage zwangen die Kautschuksammler, immer tiefer in den Urwald einzudringen, um zur Ausbeutung geeignete und rentable Plätze zu finden. Die notwendige Folge aber davon war, daß man sich immer mehr von den natürlichen Verkehrsstraßen, d. h. den Flüssen, entfernen mußte, was natürlich nicht ohne Einfluß auf die Gestaltung der Preise für den Rohgummi blieb, da die großen Transportkosten und sonstigen Unkosten den Kautschuk stark verteuerten. Diese Verteuerung und die Schwierigkeiten, mit denen man im dichten Urwald zu kämpfen hatte, führten um die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts zu den ersten Versuchen, in Brasilien Kautschukplantagen anzulegen, deren Ertrag erstmals Ende des 19. Jahrhunderts von Erfolg gekrönt war. Diese Plantagen wurden hauptsächlich mit englischem Gelde, zum geringeren Teile auch mit holländischem und deutschem Kapital, angelegt. Bevor aber an eine Ausbeute dieser Plantagen zu denken ist, müssen ungefähr 6—8 Jahre verflossen sein, da vor dieser Zeit die Kautschukbäume nicht reif sind zur Anzapfung. In großem Umfange wurden diese Plantagen

hauptsächlich auf Ceylon, der Malayischen Halbinsel, Niederländisch-Ostindien mit Java, Indien, Birma und anderen Ländern angelegt. Erst 1900 kam der Plantagengummi auf den Markt, und selbst da waren es nur 4 Tonnen. Im gleichen Jahre betrug der von Brasilien ausgeführte Wildkautschuk 26 750 Tonnen und der aus den übrigen Ländern der Erde 27 136, also insgesamt 53 890 Tonnen. Für 1914 schätzte man die Produktion insgesamt auf 107 000 Tonnen, wovon 32 000 Tonnen brasilianischer Wildkautschuk und 10 000 Tonnen Wildkautschuk anderer Herkunft und ferner 65 000 Tonnen Plantagengummi berechnet waren.

Bis noch vor wenigen Jahren hatte der brasilianische Kautschuk eine Monopolstellung auf dem Markte, betrug doch noch 1909 die Menge des Plantagengummis nur 3600 Tonnen gegenüber 42 000 Tonnen brasil. Gummi, aber als weitere Bäume auf den Plantagen zum Ertrag kamen, war eine rasche Zunahme zu verzeichnen, so daß man die Produktion von Plantagengummi für das Jahr 1914 auf das Doppelte der von brasil. Gummi einschätzen kann.

Von den 108 440 Tonnen reinen Gummis, die 1913 erzeugt wurden, waren 47 200 Tonnen Plantagengummi, 39 370 Tonnen brasil. Gummi und 21 870 Tonnen anderer Wildkautschuk.

Was die Qualität des Plantagenkautschuks anbetrifft, so ist man heute so weit, daß der Plantagenkautschuk sich würdig an den natürlichen anreiht, ja ihn z. T. überflügelt hat, so daß wir eine ganze Menge Gummifabriken haben, die den Plantagenkautschuk dem natürlichen zur Verarbeitung vorziehen. Wenn man den Plantagenkautschuk mit dem natürlichen vergleichen will, so eignet sich dazu überhaupt nur der Parakautschuk, da er von allen Kautschuksorten der beste und reinste ist.

Im Gegensatz zu dem natürlichen Kautschuk ist die Qualität und die Art der einzelnen Sorten des Plantagenkautschuks genau auseinander zu halten, was ihn daher zu einer Standardware macht, was bisher nur beim Parakautschuk, und auch da nur bis zu einem gewissen Grade, möglich war. Die Ursache dazu liegt in der Gewinnung. Nicht

Tabelle der Waschverluste verschiedener Kautschuksorten.

Sorte	Mittl. Waschverlust %
Ficus-elastica-Plantagenkautschuk	0—3
Hevea-brasiliensis-Plantagenkautschuk	1—7
Plantagen-Scraps	10—15
Java-Plantagenkautschuk	—
Kongo-Sorten:	
Aruwimi, Oberkongo, Katanga	5—35
Kassai, schwarz und rot	7—10
Oberkongobälle	10—15
Unterkongosorten	25—35
Angolakautschuks	10—59
Kamerunbälle, -kuchen und Südkamerunbälle	25—35
Gambiabälle I, II, III	20—40
Biassaekautschuk	6—10
Brasilianische Kautschuks:	
Para fine suft	12—20
„ entrefine	15—25
„ Negerköpfe, Sernamby	35—40
Cauchobälle	25—35
Bolivienkautschuk (fina, uncut.)	17—40
Perukautschuk (Para fine, entrefine und scrappy)	15—22
Mexikokautschuk (Guayule la., Mexiko-Tuxpan)	25—35
Pontianac	70

etwa, daß die Art der Gewinnung eine andere ist, nein, die Sorgfältigkeit bei der Zubereitung ist das entscheidende Moment. Während aller anderer Kautschuk vermengt mit anderen Pflanzensäften und Unreinlichkeiten auf den Markt kommt und deswegen vor seiner Verarbeitung in der Fabrik einer öfteren Waschung und Reinigung bedarf, wird der

Plantagengummi meist bereits an Ort und Stelle gereinigt und gewaschen, und zwar geschieht die Waschung auf Waschwalzwerken, wie sie in den Gummiwarenfabriken verwendet werden; erst jetzt wird der so präparierte Plantagengummi verschickt. Neben dem obenerwähnten Vorteil, daß man die Qualität der Sorte beim Plantagengummi genau bestimmen kann, tritt also noch der hinzu, daß meist eine einmalige Waschung in der Fabrik genügt, um ihn verwendungsfähig zu machen. Der Verlust beim Waschen ist bedeutend geringer, sehr oft fast gleich Null; im allgemeinen schwankt er zwischen 0 und 10%, während der Waschverlust der Wildkautschuksorten schwankt von 8—70%, wie aus vorstehender Tabelle zu ersehen ist.

Der Kautschuk von den Plantagen wird eingeteilt in Klassen von I—IV, d. h., die Sorten sind ihrer Qualität nach klassifiziert von I—IV; danach richtet sich natürlich auch die Preisregulierung, indem I die teuerste, IV die billigste Sorte darstellt. Dem Namen nach unterscheidet man Crêpes und Sheets. Crêpes sind dicke, große Platten mit rauher Oberfläche, die auf Walzen gewaschen und dann getrocknet sind. Sheets sind dünnere, fest gepreßte Platten mit glatter Oberfläche.

Ursprünglich stand der Preis des Plantagenkautschuks unter dem des Parakautschuks. Heute aber ist es so, daß die Preise von Para- und Plantagenkautschuk gleich sind, Plantagenkautschuk I allerdings etwas teuerer; aber im Grunde sind doch die Preise gleich, entsprechend der Klassifizierung von Parakautschuk.

Über die Ausfuhren von Pflanzungskautschuk liegen mir aus folgenden Ländern des Ostens zuverlässige Angaben vor[1]:

Ceylon: 1913 = 12500 tons, abzüglich 1160 ein- und wieder ausgeführter tons bleiben 11340 tons, gegen 6700 im Jahre 1912; Zuwachs 69%. Davon gingen nach England 56% (1912: 60%), Amerika 23% (1912: 29%) Belgien 15% (7%), Australien 1,6% (1,7%), Deutschland 1,5% (1912: 0,8%).

[1]) Siehe Gummizeitung Heft Nr. 24 von März 1914, S. 908, unten.

Malayische Halbinsel: a) Aus den vereinigten Malayenstaaten 1913: 22445 tons, gegen 15200 tons im Jahre 1912; Zuwachs 48%. b) Aus den sonstigen Straits-Settlements 1913: 11900 gegen 1912: 5800 tons; Zuwachs 105%.

Niederländisch-Westindien:

	1910	1911	1912	
Java	71	360	1393	tons
Übriges Niederl.-Ost-Indien .	2697	1894	2737	„
Zusammen . . .	2768	2254	4130	tons

(83% mehr als 1911).

Über die Ernte des Jahres 1914 sind die Meinungen verschieden. Die Mengen Pflanzungsgummi, die unter allen Umständen kommen, dürften mit 65000—70000 tons zu berechnen sein, also etwa mit soviel, wie bis vor einigen Jahren die Ernten der Welt an allen Sorten Rohkautschuk betragen haben.

Der Preis des Gummis erreichte im Jahre 1910 seinen höchsten Stand. Seitdem ist er ständig gesunken. Die Plantagen beabsichtigen deshalb, die Erzeugung so weit einzuschränken, bis der erzielte Preis einen Verdienst von 25% läßt. Wenn dieser Preis erreicht ist, wird wohl auch die Zeit kommen, wo der Wildkautschuk ausgeschaltet und nur noch Plantagengummi verwendet wird.

Wie schon oben gesagt, stammt der größte Teil der zum Anbau der Plantagen verwendeten Kapitalien aus England, und das gilt nicht nur von den Unternehmungen in den englischen Schutzgebieten und Kolonien, sondern bemerkenswerterweise auch von den Kautschukplantagenunternehmungen in Niederländisch-Indien. Von dem hier in Kautschukkulturen arbeitenden fremden Kapital, das auf etwa 207,5 Mill. Mark geschätzt wird, sind 143 Mill. englisches, 35,75 Mill. holländisches, 26,25 Mill. Mark französisches und belgisches Kapital, während auf das deutsche Kapital nur 1,3 Mill. und auf amerikanisches und schwedisches Kapital 1,2 Mill. Mark entfallen.

Durch diese Beteiligung an der Kautschukproduktion in Niederländisch-Indien hat sich England auf Jahre hinaus eine beherrschende Stellung auf dem Kautschukmarkte der Welt

gesichert, und London wird daher auch in Zukunft jene großen und sicheren Vorteile des Kautschukhandels, wie Kommission, Spesen- und Frachtgewinne, ganz abgesehen von den Erträgnissen der Ausbeute selbst, erhalten. Wie Dr. Helfferich [1]) mit Recht betont, hat der Kautschukbau der englischen Volkswirtschaft große Gewinne gebracht und vor allem England auch in den holländischen Kolonien eine beherrschende Stellung erobert.

Ein sehr großer Übelstand ist auf den Plantagen das Arbeitermaterial, das hauptsächlich aus Einheimischen sich rekrutiert. Verschiedentlich hat man versucht, außer den Einheimischen auch andere Arbeiter zu verwenden, aber mit Ausnahmen von chinesischen und japanischen Kulis haben sich keine bewährt, da das Klima für alle andern unerträglich ist. Um ein genaues Bild für die verwendeten Arbeitskräfte zu bekommen, führe ich hier eine Tabelle an, die für die malayischen Plantagen aufgestellt wurde und einer Broschüre „The Story of the Rubber Industry in Malaya“ entnommen ist.

Jahr	Tamulen	Japaner	Malayen	Chinesen	Andere	Insgesamt
1906	29358	4070	1499	3433	914	39274
1907	49647	7538	4838	12848	—	74871
1908	51409	7473	4416	15068	—	78366
1909	69780	9574	7153	22684	1022	110213
1910	68988	17760	14258	45663	2361	179030

Der größte Prozentsatz fällt hier auf Tamulen, ein Volksstamm, der speziell in Vorderindien vorkommt, sich aber auch auf Ceylon vorfindet. Diese Tamulen sind die geschätztesten Arbeiter; ein Viertel davon sind Weiber. Die nächstwichtigste Arbeiterklasse, die sich auf allen Plantagen bewährt hat, sind die Chinesen, die ungefähr ein Fünftel der gesamten Arbeiterzahl ausmachen.

[1]) Zeitschrift „Der Tropenpflanzer“, 1912, Heft 1 u. 2.

Brasilianische Kautschuk-Valorisation.

Der Wettbewerb, den der Pflanzungskautschuk dem Wildkautschuk in Brasilien machte, führte ungefähr um das Jahr 1910 und 1911 zu mancherlei Erschütterungen des Handels und der Erzeugung in den brasilianischen Gummistaaten. Um dem gegenüberzutreten, hatte man anfangs in Brasilien nach Art der Kaffeevalorisation eine Kautschukvalorisation ins Auge gefaßt. Man wollte eine Anleihe aufnehmen, damit größere Kautschukmengen aufkaufen und diese außerhalb des Marktes halten; außerdem wollte man den Ausfuhrzoll zeitweise zum Zwecke einer prohibitiven Wirkung verdoppeln. Durch diese Maßnahmen hoffte man, einen Einfluß auf die Rohgummipreisgestaltung gewinnen zu können.

Dieser Plan einer Valorisation wurde aber aufgegeben und statt dessen kam ein Gesetz, das Kautschukschutzgesetz, für Brasilien zustande. Dieses Gesetz bezweckt Verbesserung und Verbilligung der Verkehrswege, Schutz der gummiliefernden Wälder, Förderung der Anlegung von Pflanzungen und Errichtung von Banken.

Danach bezweckt der Gesetzentwurf also keineswegs eine Einschränkung der Kautschukkultur, er fördert im Gegenteil den Plantagenanbau. Dadurch wird natürlich im Laufe der Jahre die Rohgummiproduktion eine weitere Steigerung erfahren, doch ist dadurch wegen der vielen Verwendungsmöglichkeiten wohl nicht eine unlohnende Überproduktion an Rohgummi zu erwarten.

Die Rohgummiversorgung der Marktplätze.

Beim Versand der verschiedenen Rohkautschuks von den Kautschukestraden ist die Verpackung eine sehr mannigfaltige; sie richtet sich vor allem nach der Herkunft und Beschaffenheit des Materials. Man darf nicht außer acht lassen, daß eine große Menge Rohkautschuk viele Meilen weit auf mühselig gangbaren Wegen transportiert werden muß, meist auf den Rücken von Trägern, bevor es möglich ist, die Weiterbeförderung auf Schiffen, mit Gespannen oder per Bahn zu

den eigentlichen Stapel- und Ausfuhrplätzen, zu bewerkstelligen. Je länger die primitive Beförderung vor sich gehen muß, desto geringeren Umfang haben natürlich auch die einzelnen Warenballen oder Kisten. Als Verpackungen kommen hauptsächlich Kisten aus Holz, Säcke aus Geweben und Geflechte aus groben Pflanzenfasern in Betracht.

An den Stapelplätzen findet zum ersten Male eine gründlichere Sortierung des Materials statt; hierbei werden eventuell die Paraballen zerschnitten oder gehen als „uncut" unsortiert weiter; auch werden meist an den Ausfuhrplätzen die in kleinen Kisten und Packen anlangenden Waren in größere Kisten und Fässer umgepackt und in Schiffen weiterbefördert.

Die großen Handelshäuser, wie wir sie an den Marktplätzen finden, kaufen nun den Rohgummi entweder von den sog. Rohgummikompanien der Stapel- und Ausfuhrplätze oder von den Plantagengesellschaften für eigene Rechnung. Es gibt aber auch große Handelsfirmen, namentlich in England, die an den Ausfuhrplätzen ihre eigenen Kompanien haben; dann besorgen diese dort den Ankauf und schicken die Ware an die Verkaufshäuser nach London weiter. Seit dem Aufkommen des Pflanzungskautschuks gibt es auch Plantagengesellschaften, die ihre eigenen Plantagen haben, eigene Häuser an den Stapelplätzen und eigene Verkaufshäuser an den Marktplätzen. Diese schalten dann den ganzen Zwischenhandel aus. Ganz selten kommt es auch vor, daß Reeder z. B. in Afrika Rohgummi als Zahlung für gelieferte Waren annehmen und den Verkauf dieser Rohgummimengen durch die Kautschbroker vornehmen lassen.

In Belgien dagegen lag bis zum Ausbruch des Krieges die gesamte Kautschukgewinnung in den Händen der Verwaltung des Kongostaates. Diese schickte ihre gesamte Gummiausbeute direkt nach Antwerpen. Dort wurde sie von einem vereidigten Makler sortiert und zum Verkaufe gestellt. Der Weiterverkauf erfolgte dann nach dem unten geschilderten Einschreibesystem.

In London und Holland erfolgt die Kapitalisierung der angeführten Rohgummimengen sehr häufig durch Banken.

Hierbei werden die angeführten Rohgummipartien in den staatlichen Lagerhäusern oder Docks, in Holland veemen, gegen Ausstellung eines Lagerscheines (englisch warrant, holländisch ceel) eingelagert, und diese Lagerscheine werden dann durch die Banken bis zu einer gewissen Höhe belehnt. Die Lagerscheine gelten als Repräsentanten der Ware, und die eingelagerte Ware wird mittels des Scheines verpfändet.

Die Rohgummimarktplätze und die Handhabung des Verkaufes auf diesen.

Der gewonnene Rohgummi kommt nun zwecks Verkaufes auf die Rohgummimarktplätze, als welche London, Antwerpen, Liverpool, Hamburg, Neuyork, Rotterdam, Le Havre und Bordeaux in Betracht kommen.

Unter den genannten Marktplätzen steht London weitaus an erster, weltbeherrschender Stelle; die andern folgen der Größe nach in obiger Reihenfolge.

In London wird der angeführte Kautschuk in großen Lagerhäusern, den sog. Wharves oder Docks, gelagert, die sich zum größten Teile an der Themse befinden. Der per Schiff angeführte Rohgummi wird hier den großen Kisten, Fässern und Packen entnommen und, wenn nötig, nach Zerschneidung der einzelnen Stücke einer eingehenden genauen Klassifizierung und Bewertung unterworfen. Die sortierte Ware wird dann in großen, vor Temperaturschwankungen geschützten Gewölben möglichst unter Lichtabschluß entweder auf Brettern oder gemauerten Zwischenwänden gelagert. Ähnlich wie in London ist die Lagerung und Sortierung des Rohgummis an allen Marktplätzen; für die Preisgestaltung dagegen ist London maßgebend für alle anderen Marktplätze, indem sich heute noch der Tagespreis, bzw. der Preis für den Kautschuk an allen Marktplätzen nach dem Marktpreise richtet, wie er für fein Para bzw. bei Plantagenkautschuk für Hevea crêpe I auf dem Londoner Markte festgesetzt ist.

Beim Kautschukverkauf kommt in London das sog. Auktionssystem in Anwendung. Das Wesen dieses Systems ist folgendes: Diejenigen Käufer, die sich für die angekom-

menen und aufgestapelten Mengen Rohgummi interessieren, begeben sich in die Wharves oder Docks und entnehmen dort Warenproben von den Rohgummisorten, die sie für ihren Fabrikationszweck benötigen. Eine andere Möglichkeit ist die, daß die Kautschukbroker in ihrem Kontor von allen in den Lagerhäusern vorhandenen Sorten und Vorräten bestimmte Mengen als Proben auslegen und die Käufer hier ihre Proben nehmen. Diese Kautschukbroker sind Makler, die den Verkauf des Rohkautschuks für die Handelshäuser, Banken und Reeder betreiben, aber nicht auf eigene Rechnung; sie sind nur Mittelsperson.

Der einzelne Käufer untersucht nun für sich die entnommenen Proben auf allgemeine Kautschukeigenschaften, auf Wasser-, Schmutz- und Harzgehalt. Alle 14 Tage finden dann in einem geeigneten Saale, meist in der Nähe der großen Kautschuklagerhäuser öffentliche Auktionen statt, zu denen sich die Käufer, die auch noch nach der Untersuchung der Proben für die Ware Interesse zeigen, einfinden mit einem festen und bestimmten Urteil, was sie für das Material bieten wollen und können. Da die Versteigerungen öffentlich stattfinden, ist die Gewähr gegeben, daß jeder, der etwas versteht, auf seine Rechnung kommen kann. Dem Meistbietenden wird dann in der Auktion die Ware zugeschlagen.

Ganz verschieden und vollständig auf andere Art wie in London bei dem Auktionssystem geht der Verkauf in Antwerpen vor sich. Hier bedient man sich des sog. Einschreibesystems.

Auch bei diesem System ist es dem Käufer ermöglicht, Proben aus den Warenvorräten zu entnehmen. Der Hauptunterschied zwischen beiden Systemen besteht darin, daß der Zuschlag des Rohkautschuks nicht wie beim Auktionssystem in einer öffentlichen Auktion vor sich geht, sondern auf Grund eines schriftlichen, verschlossen einzureichenden Angebotes der Reflektanten auf den vorher bestimmten und festgelegten Termin des Zuschlagstages. Wenn hierbei der ganze Vorgang mit rechten Dingen vor sich geht, dann erfährt niemand, d. h. kein Käufer, wieviel der andere für die fragliche Ware

geboten hat. Am festgesetzten Termin des Zuschlagstages werden die Angebote geöffnet und die vorhandene Menge Rohkautschuk dem Meistbietenden überwiesen.

Diese Art des Rohkautschukverkaufes hat allerdings im Laufe der Zeit durch wiederholt geäußerte Bedenken der Fabriken, die weiter entfernt von den Plätzen wohnen und nicht selbst Proben nehmen können, eine Änderung erfahren. Es wurde ein Terminmarkt gegründet, und beim Kaufe bedient man sich der Vermittlung vereidigter Makler.

Diese vereidigten Makler entnehmen an Stelle der Käufer Proben aus den vorhandenen Rohgummivorräten und -sorten. Ihren Befund veröffentlichen sie in einer Liste. In dieser wird die vorhandene Menge Rohgummi genau aufgeführt, die Ware bzw. die Sorten werden eingehend auf ihre Kautschukeigenschaften beschrieben und außerdem werden die Taxen der einzelnen Partien Rohkautschuk genau angegeben. Diese Liste verschicken die vereidigten Makler entweder an Kommissionäre oder, was meistens der Fall ist, direkt an die einzelnen Gummifabriken. Diese ihrerseits prüfen die Liste genau und suchen sich aus den aufgeführten Sorten diejenigen aus, die für ihren Fabrikationszweck am besten geeignet sind. Zum festgesetzten Termin haben dann die Gummifabriken bzw. die Kommissionäre ihre Gebote einzureichen oder in die Einschreibungsliste einzutragen, worauf alsdann am festgesetzten Termin der Zuschlag an den Höchstbietenden erfolgt.

Für den freihändigen Verkauf beim Auktionssystem bedient man sich heute der Kommissionäre, die an den Marktplätzen sitzen; diese besorgen den Ankauf von Rohgummi entweder bei großen Posten gegen Vergütung einer bestimmten Provision oder bei kleineren Partien zumeist auch auf eigene Rechnung.

Der Verkauf an den übrigen Marktplätzen ist den beiden beschriebenen Systemen, dem Auktionssystem und dem Einschreibesystem nachgebildet, d. h. eines der beiden Systeme findet an ihnen Anwendung ohne starke Abweichung. In Hamburg bedient man sich seit dem Jahre 1911 eines Terminmarktes, der zunächst durch Vereinbarung der interessierten

Firmen als handelsrechtliches Lieferungsgeschäft eingerichtet wurde. Das Termingeschäft wird so gehandhabt, daß die vereinbarte Notiz bekanntgegeben wird für die späteren Termine.

Das ganze System hat aber in Käuferkreisen keinen Anklang gefunden, und man kann sagen, daß, abgesehen von dem Standard-Typ des Paragummis, die Preisnotizen nur nominelle sind.

Einkauf des Rohgummis durch die Fabriken.

Für den gesamten Rohgummi-Ein- und Verkauf besteht nirgends eine Organisation, weder in Deutschland, noch in anderen Ländern. Der Einkauf wird überall so gehandhabt, daß jede Gummifabrik von dort ihren Rohgummi bezieht, wo ihr die günstigsten Angebote gemacht werden. Allerdings gibt es einige ganz große Unternehmen, die zu ihrem Einkauf Vertrauensleute an den Hauptmarktplätzen sitzen haben.

Im allgemeinen ist der Verkauf so geregelt, daß die Gummiimporteure an den Hauptplätzen der Gummiindustrie z. B. Hannover, Harburg, Berlin, Wien, Köln und Mannheim ihre Agenten haben.

Die Gummiimporteure sind Importfirmen, die die verschiedensten überseeischen Produkte einführen. In England sind es zum Teil auch große Bankunternehmungen, die neben den Bankgeschäften auch noch Importgeschäfte betreiben.

Die Agenten sind Handelsagenten, die meistens mehrere Firmen gleichzeitig vertreten; derselbe Agent vertritt z. B. vielfach ein Londoner, Liverpooler, Antwerpener und Hamburger Haus. Dadurch wird es den Gummifabriken ermöglicht, von ein und demselben Agenten alle möglichen Arten und Sorten Gummi erhalten zu können. Seine Provision bezieht der Handelsagent in Form eines Prozentsatzes vom Verkäufer.

An diese Agenten, durch welche die Fabriken laufend über den Stand des Marktes unterrichtet werden, wenden sich die Gummiinteressenten bei Bedarf zwecks eines Angebotes. Da nun aber die Gummipreise von Tag zu Tag fortwährend Schwankungen unterliegen, so holt sich der

Agent auf eine Anfrage hin in der Regel telegraphisch den Tagespreis bei seiner Firma ein und teilt diesen dann der Fabrik mit. Diese muß sich entweder auf umgehende Zusage nach Mitteilung des Preises, d. h. sogleich entscheiden, oder bei einem kurzen, festen Angebot innerhalb der gestellten Frist, meist 24 Stunden. Ein sog. kurzes festes Angebot wird meistens bei solchen Kautschuksorten gemacht, deren Waschverlust sehr schwankend ist. Hier wird ein Muster mitgeschickt, das in der Fabrik zur Probe gewaschen wird, um den Waschverlust annähernd festzustellen.

Der Verkauf an Rohgummi geht nur tel-quel vor sich, d. h. die Ware muß genommen werden, wie sie geliefert wird und nur gegen sofortige Bezahlung, ohne Abzug, cif Ablieferungsort, also entweder London, Liverpool, Antwerpen oder Hamburg. Nur bei kleineren Fabriken werden eventuell die Bedingungen bei der Bezahlung abgeändert auf 1—3 Monate Ziel, allerdings mit entsprechender Zinsenberechnung. Trotzdem die Ware genommen werden muß, sind Reklamationen äußerst selten, da, wie schon erwähnt, bei Sorten mit schwankendem Waschverlust in der Regel nur gegen Musterung gekauft wird, bei Para- und Plantagenkautschuk aber die Sortierung derartig sorgfältig ist, daß Differenzen kaum entstehen können.

Der Tagespreis, bzw. der Preis für den Kautschuk, richtet sich heute noch nach dem Marktpreis, wie er auf dem Londoner Markt für fein Para, bzw. bei Plantagenkautschuk für Heveacrêpe I, festgesetzt ist. Hat z. B. in Antwerpen eine Kongosorte am 2. Juni 5,60 M. per Kilo gekostet, bei einem Parapreis von 3 Schilling per lb., so wird sich der Preis derselben Sorte selbsttätig erhöhen, bzw. erniedrigen, wenn der Parapreis in London steigt, bzw. sinkt. Maßgebend für die Festsetzung des Marktpreises ist der vorhandene Vorrat auf allen Märkten, die sog. sichtbaren Weltvorräte und die Größe der monatlichen Zufuhr an Rohkautschuk. Darüber wird monatlich von den Marktplätzen eine Statistik herausgegeben, die etwa folgendermaßen angeordnet ist.

Vorräte von Rohgummi per Ende Mai 1913.

	1913	1912
Para-Sorten.		
Vorräte in Liverpool	1893	1180
„ auf dem Kontinent	360	140
„ in den Vereinigten Staaten	98	165
„ in Para	640	1280
„ in Para, gehalten vom Syndikat	810	2240
„ in Manaos	560	580
„ schwimmend nach Europa	1390	700
„ schwimmend nach den Vereinigten Staaten	940	790
„ schwimmend von Europa nach den Vereinigten Staaten	150	50
„ schwimmend von Manaos nach Para	230	310
per Ende Mai 1913	7071	7435
per Ende April 1913	7695	7608
Mittelsorten inkl. Plantagen.		
Vorräte in Liverpool	684	285
„ in London { Plantagen	3291	1469
„ in London { andere Sorten	1019	706
„ in den Vereinigten Staaten	313	380
per Ende Mai 1913	5307	2840
per Ende April 1913	5128	3275
Totalvorräte aller Sorten (exkl. Kontinentalmittelsorten).		
per Ende Mai 1913	12378	10275
per Ende April 1913	12823	10883

Die Preise des Standard-Heveaplantagencêpe vom Jahre 1909 bis 1914 in Mark per kg.

	1909 Preis höchst.	1909 Preis niedr.	1910 Preis höchst.	1910 Preis niedr.	1911 Preis höchst.	1911 Preis niedr.	1912 Preis höchst.	1912 Preis niedr.	1913 Preis höchst.	1913 Preis niedr.	1914 Preis höchst.	1914 Preis niedr.
Januar	12,09	12,—	17,91	17,16	12,—	10,68	12,30	11,25	10,31	9,65	5,62	5,06
Februar	12,37	12,09	23,82	18,—	15,94	12,—	12,—	11,62	9,65	9,—	5,81	5,25
März	12,19	12,19	26,82	23,82	16,35	14,25	12,93	12,—	9,—	8,62	6,—	5,25
April	12,37	12,19	30,66	26,91	14,44	12,—	12,37	11,25	8,44	7,12	6,75	5,81
Mai	13,50	12,37	30,26	24,94	12,37	10,50	11,25	10,68	7,87	6,94	6,—	5,25
Juni	14,81	13,50	24,85	20,76	11,81	10,12	11,81	10,68	7,12	6,56	5,25	5,06
Juli	21,01	14,90	23,54	20,76	12,93	11,68	11,44	11,06	6,56	6,19	5,06	4,50
August	21,39	17,07	20,67	16,70	12,56	11,62	11,25	10,68	6,37	6,19	5,44	4,50
September	23,63	18,01	16,53	14,44	12,56	11,25	10,68	10,12	6,19	4,69	5,06	4,50
Oktober	23,54	22,13	15,37	12,56	12,65	10,30	10,12	9,37	4,87	4,50	5,25	4,87
November	22,69	18,10	13,96	12,65	10,50	10,30	9,75	9,19	5,44	4,87	5,62	4,69
Dezember	18,01	16,44	13,87	12,28	11,06	10,50	10,12	9,75	5,06	4,87	4,87	4,50

Preisstatistik für Paragummi, Mittelsorte und Afrikaner für die Jahre 1902 bis 1913 in Mark per kg.

Jahr	Parasorten		Mittelsorten		Afrikaner Ia	
	Preis		Preis		Preis	
	höchst.	niedr.	höchst.	niedr.	höchst.	niedr.
1902	8,80	6,80	7,10	5,30	7,30	6,30
1903	10,70	8,30	8,50	6,60	8,80	6,90
1904	12,30	8,90	8,80	7,30	9,—	8,35
1905	12,90	11,50	9,60	8,45	9,90	9,30
1906	12,35	11,30	9,40	8,60	10,75	10,10
1907	12,—	7,80	9,10	6,40	10,40	7,10
1908	12,10	7,80	9,25	4,30	9,40	6,20
1909	20,40	11,25	12,20	8,60	12,—	8,70
1910	28,10	15,75	18,—	10,25	21,—	14,50
1911	15,75	9,20	11,40	7,50	13,—	9,20
1912	11,60	9,80	9,30	7,40	10,40	8,80
1913	10,30	7,50	7,70	4,40	9,25	5,50

Maßgebend für die Preisgestaltung ist also 1. der sichtbare Weltvorrat, 2. die Zufuhr an Rohgummi und 3. das Verhältnis der Faktoren 1 und 2 zusammen, gegenüber dem jeweiligen Bedarf der Gummifabriken. Vorstehend Preistabellen für Plantagenkautschuk, Parakautschuk, Mittelsorten und Afrikanerkautschuk.

Preisbewegung am Rohkautschukmarkte.

Im Gegensatz zu den meisten chemischen Rohstoffen der Neuzeit sind die Preise für den Rohkautschuk nicht entsprechend den Fortschritten der Technik, wie zu erwarten war, gesunken, sondern wir finden in manchen Jahren, zuletzt 1910, einen ganz ungewöhnlich hohen Preisstand, der weite Kreise der Industrie und des Kapitals aufs schwerste in Mitleidenschaft gezogen hat. Die Zukunft des Kautschuks erschien damals so unsicher wie möglich, aber nur allzubald zeigte sich ein Rückschlag, der, wenn er auch für den einzelnen Fabrikanten manche Vorteile bot, doch andererseits der gesamten Industrie keineswegs genützt hat. Der Kautschuk wurde und ist auch heute noch in seiner Preisbewegung leider allzusehr der Spekulation unterworfen, die besonders in England seinerzeit wahre Orgien gefeiert hat. Im Interesse der Industrie liegt aber eine derartige Unsicherheit keineswegs, die auch in der weiteren Entwicklung der Kautschukproduktion in der letzten Zeit und in der Zukunft nicht begründet erscheint.

In welcher Weise der Kautschukpreis Schwankungen unterworfen gewesen ist, zeigt die Zahlentafel, die für das Jahr 1861 bis 1913 etwa folgende Durchschnittspreise für ein Kilogramm besten Parakautschuks und von 1901 an auch für Afrikaner Ia aufweist (in Mark):

Sorte	1861	1871	1881	1883	1884	1891	1901
Para fine hard cure	4,50	6,50	8,—	12,—	6,50	7,50	9,—
Afrikaner Ia	—,—	—,—	—,—	—,—	—,—	—,—	7,50

Sorte	1902	1905	1908	1910	1911	1912	1913
Para fine hard cure	7,80	12,50	10,—	23,—	12,—	10,70	9,40
Afrikaner Ia	6,80	9,50	8,10	15,—	9,50	9,50	7,15

Bis zum Jahre 1905 ist im allgemeinen, abgesehen von der Preishausse im Jahre 1883 und der Preisdepression vom Jahre 1884, wie obige Tabelle zeigt, eine fortschreitend steigende Tendenz in den Rohkautschukpreisen zu verzeichnen. Die zu bemerkenden Preissteigerungen in der fortlaufenden Entwicklung dürften wohl bis zum Jahre 1913 bestimmt sein durch Anfuhr und Nachfrage, die dazwischenliegenden Haussen herbeigeführt sein durch Spekulation.

Die Preissteigerung im Jahre 1910 auf M. 23,— per Kilo Para fine ist ebenfalls wieder zur Hauptsache nur auf Spekulation zurückzuführen; allerdings spielte hier auch die Angst vor dem kommenden Plantagenkautschuk mit. Die Spekulation besteht darin, daß entweder die Handelskompanien den Rohgummi einfach von der Anfuhr nach den Markt-

plätzen zurückhalten, d. h. ihn nicht zum Verkaufe stellen, oder daß Banken Rohgummi in größeren Mengen aufkaufen und vom Markte zurückhalten. Dadurch wird die Nachfrage gesteigert, d. h. sie ist größer als die zum Verkauf gestellte Menge Rohgummi. Dadurch entsteht eine künstliche Preissteigerung.

Das Bild wird noch klarer, wenn man untenstehende Tabelle von Weltproduktion und Konsumtion von Rohgummi mit der Preistabelle vergleicht.

Weltproduktion und -verbrauch von Gummi.

Jahr	Weltproduktion in tons	Weltverbrauch in tons
1899/1900	53 348	48 352
1900/01	52 864	51 136
1901/02	53 887	51 110
1902/03	55 603	55 276
1903/04	61 759	59 666
1904/05	68 879	65 083
1905/06	67 999	62 574
1906/07	74 023	68 173
1907/08	66 379	62 376
1908/09	70 587	71 989
1909/10	76 553	76 026
1910/11	79 305	74 082
1911/12	93 669	99 564
1913 (geschätzt) . .	115 000	112 000

Wir finden hier eine fortwährende Steigerung der Produktion und auch der Konsumtion, außer dem Jahre 1907/08. Am stärksten ist die Steigerung des Verbrauches um das Jahr 1908/09, was sich durch die stark anwachsende Reifenindustrie und deren Bedarf erklären läßt. Dann wieder haben wir eine sehr starke Steigerung 1911/12 und 1913. Diese Steigerungen sind zu erklären durch die wachsende Anfuhr von Plantagenkautschuk und durch die wachsende Nachfrage nach Rohgummi, durch dessen vielseitige technische Verwendung und

namentlich durch das Aufkommen und Blühen der Luftschifffahrt und Aviatik.

Viel Mühe gibt man sich, zu entscheiden, ob heute eine Überversorgung bestünde oder nicht, und zu beweisen, daß die Preisbewegung nach unten während des Jahres 1913 die Folge der früheren Übertreibungen und sonstiger mißlicher Verhältnisse gewesen ist. Dafür wird angeführt, daß jetzt schon ansehnliche Mengen geringer Sorten Rohgummi an den Stapelplätzen unverkäuflich liegen, dagegen wird die leichte Aufnahme der heutigen Zufuhren und das geringe Anwachsen der Vorräte betont.

Ob sich eine Überversorgung heute schon feststellen läßt oder nicht, ist eigentlich gleichgültig. Betreffs des Verbrauches sind auch die Gummifabriken, Gummihandelshäuser und Gummiinteressenten überhaupt zum Teile auf Vermutungen und Schlüsse aus unsicheren Angaben angewiesen. So viel ist sicher, daß auf die jeweilige Preisgestaltung nicht nur Angebot und Nachfrage allein Einfluß haben. Es spielen hier auch die Ansichten der Käufer und Verkäufer mit. Je nach deren Bedürfnis werden z. B. Kaufverträge auf lange Lieferung gedeutet für oder gegen eine Preisbewegung. Dabei kommt es darauf an, wer die Verkäufe gemacht hat.

Haben Pflanzungen ihre Ernten im voraus abgegeben, so erwarten sie eben die hiezu nötigen Mengen von ihren Bäumen. Handelt es sich um Leerverkäufe, so muß der Gegenstand des Abschlusses im richtig erscheinenden Augenblicke vor einer bestimmten Zeit erworben werden. Im ersten Falle kann man sagen: die Käufer haben ihren Bedarf ganz oder teilweise gedeckt, brauchen also nichts weiter zu erstehen, der Markt kann sinken. Im zweiten Falle kann man annehmen: der Verkäufer findet es schwierig, sich im passenden Augenblicke zu decken, der Markt kann steigen.

Jedenfalls sind diese Einflüsse — außerhalb Angebot und Nachfrage — auf die Preisbildungen nicht mehr so stark wie früher, und erhebliche Schwankungen der Preise scheinen ausgeschlossen.

Gegenwärtig sieht die Weltmarktlage so aus, daß den großen Zufuhren von den Pflanzungen ein gewisser Ausfall an Wildkautschuk gegenübersteht, und daß so zunächst ein weiterer plötzlicher Fall der Werte vermieden wird. Für den Verbraucher ist es aber in normalen Zeiten nach wie vor das Richtige, keine Vorräte zu halten, die nicht unbedingt für die Sicherstellung des regelmäßigen Betriebes nötig sind. Dadurch wird er auf jeden Fall vor größeren Verlusten geschützt sein.

II. Teil.

Fabrikanlage.

Bei der Anlage einer Gummifabrik ist man an besondere örtliche Bedingungen nicht mehr gebunden, als bei der Anlage irgendeiner anderen Fabrik. Vor allen Dingen kommen günstige Boden- und Steuerverhältnisse in Betracht, sowie Bahnanschluß an die Fabrikanlage, und, falls ein Fluß am Ort vorbeifließt, entweder direktes Anliegen oder günstige Verbindung.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die Gummifabrik in folgende Hauptanlagen zerfallen muß:

1. Kraftanlage, wobei besonderer Wert auf reichlichen und getrockneten Dampf gelegt werden muß wegen der Vulkanisation;
2. Aufbereitungsanlage für Rohgummi und Abfälle; Kochtanks, Wasch- und Mischwalzwerke und Regenerieranlage;
3. Fabrikationsräume;
4. Vulkanisationsanlage und
5. mechan. Werkstätte; Tischlerei, Schlosserei und Dreherei.

Die Gummifabriken als solche zerfallen wieder in 5 große Hauptgruppen, die, mit Ausnahme von einer, alle Großbetriebe sind, Großbetriebe deswegen, weil die Fabrikation von Gummiwaren und des vulkanisierten Gummis so viele Variationen des Prozesses und daher große Kapitalinvestierung erfordert.

Die 5 Hauptgruppen sind:

1. Fabriken zur Herstellung von technischen Gummiwaren für industrielle Zwecke (z. B. Dichtungsplatten, Dichtungsringe, Schläuche aller Art, Gummiklappen, Gummipuffer etc.);
2. Fabriken zur Herstellung von chirurgischen Gummiwaren (z. B. Irrigatorschläuche, Patentschläuche, Gummisauger und Milchflaschengarnituren, Sitz- und Wasserkissen, Bälle

und Gebläse aller Art, wasserdichte Stoffe, Betteinlagen, Gummispritzen aus Weich- und Hartgummi etc.);
3. Fabriken zur Herstellung von Gummireifen, und zwar für Equipagen, Pneumatiks für Fahrräder und Automobile, und Massivreifen für Lastautomobile;
4. Gummifädenfabriken;
5. Fabriken nur zur Herstellung von Hartgummiwaren aller Art.

Die Fabriken zur Herstellung von chirurgischen Gummiwaren sind meistens Kleinbetriebe. Sie kaufen bei irgendeiner anderen großen Gummifabrik die zur Herstellung für ihre Artikel notwendigen Patentplatten, die sie dann im eigenen Betriebe konfektionieren und vulkanisieren, dagegen die ganze Aufbereitung des Gummis, wie Kochen, Waschen und Schneiden (evtl. Mischen und Walzen) des Rohgummis anderen Betrieben überlassen.

Fabrikation von Gummiwaren.

Bevor in der Fabrik an eine Verarbeitung des Rohgummis zu denken ist, bedarf derselbe noch einer Vorbereitung, des Reinigungsprozesses. Diesen Reinigungsprozeß gliedert man am besten in 4 Abteilungen:
1. Erweichen und oberflächliche Wäsche des Rohgummis;
2. Zerschneiden;
3. Walzen oder eigentliche Wäsche und
4. Trocknung des so gereinigten Rohgummis.

Anders ist der Vorgang allerdings bei der Verarbeitung des Plantagenkautschuks, da er in einigen Sorten bereits an Ort und Stelle gleich den gesamten Reinigungsprozeß durchmacht, so daß man in der Fabrik für gewisse Zwecke gleich mit seiner Weiterverarbeitung beginnen kann. Dagegen sind die in den Handel kommenden Rohkautschuksorten aus Wildkautschuk je nach ihrer Gewinnungsart mehr oder weniger mit Fremdkörpern verunreinigt. Am wenigsten ist dies noch bei den besseren Parasorten der Fall, die das reinste der Wildkautschukproduktion entstammende Material darstellen. Anders dagegen die minderen Parasorten, sowie die meisten

Afrikanersorten, die stark durchsetzt sind von allerhand Verunreinigungen.

Natürlich lassen sich nicht alle Kautschuksorten mit der gleichen Leichtigkeit waschen. Am leichtesten und schnellsten wäscht sich Parakautschuk wegen der geringen Menge von Unreinlichkeiten. Sehr schwer dagegen geben die sog. fetten oder harzhaltigen Kautschuksorten die mit ihnen vermischten Fremdkörper ab. Die sehr trockenen Kautschuksorten lassen sich nicht immer in lange Blätter auswalzen, da sie nicht zusammenhalten und kommen dann in kleinen Stücken aus dem Waschwalzwerk.

Nach dem Waschen des Kautschuks muß wiederum eine gründliche Entfernung des zugeführten Wassers vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke werden die Felle in Schleifen über Stangen gehängt, und zwar auf luftigen Trockenböden oder in heizbaren Trockenkammern, die auf 30—60 Grad C erwärmt werden können. Die Trockendauer und die zulässige Temperatur läßt sich nicht genau bestimmen, sie hängt ganz von der Art des Kautschuks ab. Für die sehr trockenen Kautschuksorten, die sich nicht zu konsistenten Fellen auswalzen lassen, erweist sich manchmal die Vakuumtrocknung als notwendig, falls man nicht Trocknung auf geeigneten Gestellen vorzieht. Diese kleinen Felle werden auf durchlochten Blechen in Vakuumschränke eingeschoben, auf 60 Grad darin erhitzt, und dann durch Absaugen der Luft mit Hilfe einer Luftpumpe wird die Trocknung bewirkt.

Der getrocknete Kautschuk wird in einem besonderen, nur zu diesem Zwecke dienenden Magazin, in dem er vor Licht und Feuchtigkeit geschützt ist, bis zu seiner Weiterverarbeitung aufbewahrt.

Beim ganzen Reinigungsprozeß hat der Rohkautschuk einen Teil seines Gewichtes verloren. Der Unterschied zwischen dem Bruttogewicht des rohen und dem Nettogewicht des trockenen, gereinigten Kautschuks bildet den Waschverlust. Er ist bei den verschiedenen Sorten verschieden und schwankt von 0—70%. Vgl. Tabelle der Waschverluste.

Bevor also der Rohkautschuk verarbeitet werden kann,

muß er zunächst gewaschen werden. Dann werden die großen Kautschukstücke zerkleinert und in großen Waschbottichen mit warmem Wasser erweicht und abgespült, damit zuerst die gröbsten und leicht haftenden Verunreinigungen entfernt werden und der Kautschuk dadurch etwas plastischer wird. Diese Erweichung soll aber nicht länger dauern als 3—5 Stunden, auch soll die Temperatur des Waschwassers nicht über 50 Grad C betragen, da bei übermäßiger Erwärmung der Kautschuk seinen Nerv verliert.

Nach Beendigung dieser beiden Prozesse beginnt das Auswalzen oder Waschen des Kautschuks, die wesentlichste Behandlung, die der Rohgummi zu seiner Reinigung durchzumachen hat. Zu diesem Zwecke durchlaufen nun die zerteilten und vorgewaschenen Kautschukstücke besondere Vorrichtungen, die sog. Waschwalzen. Das Prinzip dieser Walzen besteht darin, daß zwei massive gußeiserne Walzen, deren Oberfläche entweder tief kanneliert ist oder glatt, sich in entgegengesetzter Richtung gegeneinander drehen, und zwar die eine Walze rascher als die andere. Über der Mitte der beiden Walzen ist eine gelochte Röhre angebracht, aus der je nach Bedarf Wasser zugelassen werden kann. Der zu bearbeitende Rohkautschuk wird nun mit der Hand in kleineren Quantitäten zwischen die in Bewegung befindlichen Walzen gebracht. Die Walzen erfassen den Kautschuk, zerquetschen und zerreißen ihn, und ziehen in auseinander. Das zulaufende Wasser spült die Verunreinigungen weg und zerquetscht die Fremdkörper. Unter den Walzen befindet sich ein Behälter aus Blech mit einem Ablauf, und über den Blechbehälter ist eine durchlochte Platte gedeckt. Auf dieser sammelt sich der zerrissene Kautschuk wieder, während das Wasser mit den Verunreinigungen abläuft. So läßt man nun den Rohgummi mehrmals durch die Walzen laufen, und zwar so lange, bis das erhaltene Produkt ein löschpapierartiges, langes Blatt ist mit runzeliger Oberfläche und einer Unmenge kleinen Erhebungen. Dieses charakteristische Produkt heißt „Fell". Jetzt haben wir das reine, verwendbare Rohmaterial.

Zusatzstoffe.

Zur Herstellung technischer Waren, Reifen und anderer Kautschukwaren, ist zunächst ein Vermischen des Kautschuks mit Zusatzstoffen erforderlich. Zu letzteren gehören bei heiß zu vulkanisierenden Gegenständen in erster Linie der Schwefel, sodann Farbstoffe, mineralische und organische Beimengungen. Von häufig gebrauchten Zusatzstoffen, die außer Schwefel in Kautschukmischungen vorkommen, seien folgende besonders erwähnt:

Als teilweiser Ersatz der eigentlichen Kautschuksubstanz werden vielfach die Faktisse verwendet. Das sind Produkte, die aus Rüböl, Lein- oder Baumwollsamenöl, sowie Rizinusöl oder anderen fetten Ölen in einem der Vulkanisation ähnlichen Verfahren gewonnen werden. Man hat hier zwischen zwei Sorten zu unterscheiden, weißem und braunem Faktis, der dem kaltvulkanisierten und heißvulkanisierten Kautschuk entspricht. Weißen Faktis erhält man durch unmittelbares Behandeln von fetten Ölen mit Chlorschwefel, indem man 20—45% Chlorschwefel den in großen Tontöpfen befindlichen Ölen zufügt. Die erstarrte Masse wird herausgenommen und zerkleinert und auf Walzwerken gemahlen, zunächst mit verdünnter Kalkmilch und schließlich mit reinem Wasser gewaschen. Vielfach setzt man dem Faktis die bei der Mischung zu verwendenden Farbstoffe gleich zu. Weißer Faktis wird dann den kaltvulkanisierten, aber auch den heißvulkanisierten Waren bis zu 50% zugesetzt. Eine besondere Verwendung hat weißer Faktis bei der Herstellung von Radiergummi gefunden, der heute durchweg mit Faktiszusatz, z. T. sogar ganz ohne Gummi hergestellt wird.

Braunen Faktis gewinnt man durch Erhitzen namentlich von Rüböl und Schwefel in großen Steinguttöpfen in einer backofenähnlichen Kammer auf 130—160 Grad C. Die so entstandene Masse wird nicht weiter gewaschen oder sonstwie bearbeitet. Die braunen Faktisse zeichnen sich durch ihre hohe Weichheit und Elastizität aus, dann durch ihre große Leichtigkeit.

Von Kautschukzusatzmitteln seien noch die beiden ebenfalls wertvollen, in der Natur vorkommenden Kohlenwasserstoffe Balata und Guttapercha erwähnt. Balata findet vornehmlich bei der Riemenfabrikation, Guttapercha namentlich in der Kabelindustrie Verwendung. Guttapercha und Balata unterscheiden sich durch folgende Merkmale vom Gummi:

Guttapercha ist nicht so elastisch wie Gummi und vermag nicht den wechselnden Temperaturen zu widerstehen, dagegen besitzt es größere Dichtigkeit.

Balata besitzt größere Stärke als Gummi, ist aber nicht dehnbar und sehr zäh.

Von organischen Zusatzstoffen werden in erster Linie Öle, Kohlenwasserstoffe (Zeresin, Wachs etc.), Harze, Asphalt und Peche verwendet. Die hauptsächlich verwendeten anorganischen Zusatzstoffe hat Herbst[1]) folgendermaßen zusammengestellt:

Antimonpentasulfid (Goldschwefel),
Zinnoxyd,
Quecksilbersulfid,
Bleioxyd (Bleiglätte),
Bleimennige,
Bleiweiß (basisches Bleikarbonat),
Bleisulfid,
Bleisulfat,
Bleiazetat (Bleizucker),
Zinkstaub,
Zinkoxyd (Zinkweiß),
Zinksulfid,
Kaolin (Aluminiumsilikat),
Ultramarin,
Kalk,
Kreide,
Kalziumsulfat (Anhydrit und Gips),
Schwerspat (Baryumsulfat),
Magnesia usta,
Magnesium carbonat,
Bimstein,
Glaspulver,
Kieselsäure (Infusorienerde und Sand),
Litopone (Gemisch von Zinksulfid und Baryumsulfat),
Eisenoxyd (Eisenrot),
Aluminiumhydroxyd (Tonerde),
Asbest,
Talkum,
Ruß und Graphit.

[1]) Posts chemisch-technische Analyse, 2. Bd., 3. Heft, Seite 886. Braunschweig 1908.

Manche Zusätze haben ferner ausschließlich die Färbung des zu gewinnenden Materials zum Zweck. Als Farbstoff für die im Handel häufigen roten Gummiwaren dient in erster Linie Goldschwefel.

Die Verwendung von Zusatzstoffen bezweckt keineswegs nur etwa die Verbilligung der Kautschukmischung, vielmehr werden in vielen Fällen erst durch die Anwendung geeigneter Zusatzstoffe die gewünschten Eigenschaften des Materials erreicht. Auch die Verarbeitbarkeit und die Vulkanisationsfähigkeit von Kautschukmischungen werden in hohem Maße durch die Zusatzstoffe beeinflußt.

Weiterverarbeitung auf Mischwalzen.

Zum Zwecke der weiteren Verarbeitung haben die vollständig trockenen Felle nach Beimischung des Schwefels und der Farbstoffe abermals ein Walzwerk zu passieren, dessen Walzen inwendig hohl sind, durch Dampf erwärmt werden können und sich mit ungleicher Geschwindigkeit gegeneinander drehen, die sog. Mischwalzwerke. Die innige Vermengung des Gummis mit den Zusatzstoffen ist dadurch ermöglicht, daß der Kautschuk bei höherer Temperatur weich wird und dadurch die Fähigkeit bekommt, fein gepulverte Substanzen aufnehmen zu können.

Der ganze Mischvorgang geht ungefähr so vor sich: Zwischen die zuvor angeheizten, glatten Walzen kommen die Kautschukfelle und wickeln sich nun um die dem Arbeiter zunächst befindliche, langsam laufendere Walze. Auf den plastizierten Kautschuk wird nun der mehr oder weniger fein gemahlene Zusatzstoff aufgestreut, nachdem man vorher mit Hilfe eines in Wasser getauchten Messers den über die eine Walze gewickelten Gummi durchgeschnitten hat. Das Einbringen von flüssigen Stoffen, wie Öle, Vaseline, Paraffine etc. geschieht besser, indem man diese flüssigen Stoffe vorher mit festen Zusatzbestandteilen, z. B. Mineralstoffen, zu einem steifen Teig verarbeitet und dann einmischt. In dem Maße, wie die Vermischung fortschreitet, werden, um ein gutes

Durcharbeiten zu bewirken, die Walzen enger gestellt. Auch ist ein öfteres Kühlen der Walzen notwendig, was dadurch erreicht wird, daß man statt des Dampfes kaltes Wasser in das Walzeninnere einleitet.

Als Ausgangspunkt für weitaus die meisten technischen Artikel dienen Kautschukplatten, die im allgemeinen durch folgende Methoden hergestellt werden:

Zur Gewinnung dünner Kautschukschichten, z. B. für gummierte Stoffe löst man den Kautschuk in einem Lösungsmittel, meistens Benzin, indem man den mit Zusatzstoffen gemischten Kautschuk in Gefäßen aus Blech mit dem Lösungsmittel überschichtet und diese Mischung 12—24 Stunden stehen läßt. Die in dieser Zeit stark aufgequollene Masse wird längere Zeit auf den Knetmaschinen durchgeknetet. Die erhaltene breiige Masse wird auf den Spreading-Maschinen in der Art weiterverarbeitet, daß man die Kautschukmasse auf einem Stoffe ausbreitet, welcher zwischen einer hohlen, polierten Hartgußwalze und einem Messer durchgezogen wird. Indem der Abstand des Streichmessers von der Walze eingestellt werden kann, ist es ermöglicht, der aufzustreichenden Schicht jede gewünschte Dicke zu geben. Der Stoff wird gleich hinter dem Messer über geheizte Tische hinweggeführt, wobei das leicht flüssige Lösungsmittel verdampft und die reine Kautschukmischung zurückbleibt. Handelt es es sich um die Herstellung von Gummiplatten allein, so verwendet man einen mit Schellack imprägnierten Stoff, da sich hiervon der Gummi leicht lösen läßt; bei Herstellung von gummierten Stoffen läßt man das Imprägnieren mit Schellack, und Stoff und Kautschukschicht werden zusammengelassen.

Von größerer Wichtigkeit als die Gewinnung von Platten mittels Kautschuklösungen ist die Herstellung von Platten aus Kautschukmischungen auf Kalandern. Das sind Vorrichtungen, die aus 2—4 übereinander befindlichen Walzen bestehen, welche geheizt und gekühlt werden können. Diese Walzen, die einen Durchmesser bis zu 50 cm haben und bis zu $1^1/_2$ Meter lang sind, lassen sich gegeneinander verstellen, um dünnere und dickere Platten herstellen zu können. Bei einem Durchgang

durch diese Kalander passiert die Gummimischung die Walzen ein-, zwei- oder dreimal. Diese erhaltenen Platten werden zwischen zwei Stoffstücken aufgerollt, um ein Zusammenkleben zu verhindern.

Als Halbfabrikat für die Anfertigung bestimmter, namentlich chirurgischer Artikel, ist der Patentgummi, fine cut sheet, von großer Bedeutung. Seine Herstellung geschieht auf folgende Weise: Die Felle von guten, festen Gummisorten, speziell Para, Perubälle und ähnliche, werden unter nötigem Zusatz auf der Mischwalze bis zu vollkommener Homogenität durchgearbeitet und dann in vorgewärmten Stahlzylindern mittels Spindelbetriebs oder auf hydraulichem Wege zu starken Blöcken gepreßt, bis ein blasenfreier, dichter Block erreicht ist. Dieser Block wird im Kühlraum mit Hilfe von Kältemaschinen etwa auf — 10 Grad C gebracht und gelangt in diesem Zustande auf die Schneidemaschine, auf der er unter ständigem Zufluß von Wasser auf die Schnittstelle, durch rasch hin- und hergehende Messer entweder in Platten geschnitten oder spiralförmig fortschreitend zu einem langen Bande aufgeschält wird. Charakteristisch für den Patentgummi ist die Riefelung, die durch die hin- und hergehenden Messer hervorgerufen wird.

Heute verwendet man für Patentgummi nicht nur besten Rohgummi, sondern auch mindere Sorten unter Beimischung immer größerer Mengen von Ersatzstoffen, namentlich von weißem Faktis. Auch gibt es imitierten Patentgummi, der auf Kalandern gewonnen wird und die Riefelung durch gravierte Walzen erhält.

Der Erfinder der geschnittenen Patentgummiplatten ist Charles Macintosh, und lange Zeit wurden diese Platten nur in der Firma „Charles Macintosh & Co." hergestellt, später aber auch von anderen englischen Firmen und seit etwa 25—30 Jahren auch in Deutschland. Die Platten kommen in Stärke von 1—18 in den Handel, und zwar hat Nr. 1 die Stärke von 4,15 mm, die Platte 18 eine solche von 0,18 mm.

Gegenstände aus Weichgummi.

Ausgangsprodukt für die verschiedensten Gegenstände aus Weichgummi ist die geschnittene oder gewalzte, reine oder gemischte Platte.

Wegen der Leichtigkeit der Verarbeitung und der notwendigen primitiven Einrichtung fand die Patentgummiplatte schon in frühester Zeit eine vielseitige Verwendung und entwickelte sich besonders in Deutschland und Frankreich zu einem besonderen Nebenzweige der gesamten Gummiindustrie. Vielfach wird diese Industrie noch als Hausindustrie betrieben, und namentlich in Paris und Manchester ist dies heute noch der Fall. Die bekanntesten und am meisten verwendeten Artikel aus Patentgummi sind Sauger und Milchflaschengarnituren, Tabakbeutel, Schläuche für chemische Laboratorien und die vielen Gegenstände zu chirurgischen und kleintechnischen Zwecken. Die gesamte Herstellung dieser Artikel beruht auf Handarbeit und ist sehr einfach, da die mit einem Messer oder einer Schere gemachten Schnittflächen beim Andrücken aneinander sofort haften bleiben, was noch in höherem Maße der Fall ist, wenn man die Schnittflächen vorher mit Benzin oder dünner Kautschuklösung bestreicht. Man braucht also nur die Gegenstände nach einer Schablone ausschneiden, die Schnittflächen aneinander zu bringen und die einzelnen Teile zusammenzusetzen. Die entstandenen Nähte werden entweder nachgestrichen oder mit Hilfe eines abgerundeten Hammers auf einem Dorne oder Ambos nachgehämmert. Hohle Gegenstände werden innen mit Talkumpulver ausgestreut, um ein Zusammenkleben zu verhindern.

Viel komplizierter und fabrikmäßiger gestaltet sich die weitere Verarbeitung der gemischten und gewalzten Rohplatten, was allein schon bedingt ist durch die größeren Dimensionen der herzustellenden Artikel. Hauptsächlich sind das Gegenstände für den technischen Bedarf, wie Dichtungsplatten, Klappen, Schläuche, Schnüre, Walzenbezüge etc. Je nachdem, ob Gegenstände hergestellt werden, die ihre Elastizität behalten sollen oder nicht, unterscheidet man solche mit und ohne Einlagen; die Einlagen werden entweder aus Geweben, Metall oder Baumwolle und Leinen hergestellt.

Das einfachste Fabrikat sind Platten ohne Einlage, die aus den auf Kalandern ausgewalzten Platten nach Angabe der Größe und Breite zugeschnitten werden. Sehr einfach ist auch die Herstellung von Schnüren, die entweder aus den Platten geschnitten werden oder durch eine Maschine gepreßt werden, indem man die präparierte Kautschukmasse auf der einen Seite in die Maschine schiebt und durch eine spiralförmig gewundene Schnecke preßt; je nach der Größe der Öffnung erhält man so dünne oder dicke Schnüre.

Wird in die Öffnung, durch die der Kautschuk herausgepreßt wird, ein Dorn gebracht, so erhält man einen Gummischlauch. Zu den gespritzten Artikeln gehören auch die Massivreifen für Kinderwagen, Equipagen und Lastautomobile. Die Spritzmaschine hierzu ist ähnlich, nur in der Vulkanisation unterscheiden sich die Gegenstände, indem nämlich bei den Automobilreifen der gespritzte Reif gleich um das Rad umgelegt wird und mit diesem zusammen in der Presse vulkanisiert wird; das Festsitzen des Reifens fördert man dadurch, daß am Rade selbst zunächst eine Hartgummischicht aufgestrichen wird, die in schwalbenschwanzförmige Rinnen des Radkranzes eingreift.

Hohle Formartikel werden in sorgfältiger Handarbeit aus entsprechend geschnittenen Plattenstücken zusammengesetzt. Das Schneiden der Teile erfolgt nach Schablonen. Die Ränder müssen in einem Winkel von 45 Grad abgeschrägt sein und werden so gegeneinander gestoßen, daß die Schrägungen aufeinander passen. Das Aneinanderfügen der einzelnen Teile muß auf das Sorgfältigste ausgeführt werden, denn alle Verbindungsstellen müssen vollkommen luftdicht sein. Um den Ball zu seiner gefüllten Form aufzublasen, wird in das Innere des Balls vor dem Verschließen eine kleine Menge Wasser oder kohlensauren, bzw. salpetersauren Ammoniaks gebracht, so daß sich bei der Heißvulkanisation daraus Wasserdampf, bzw. Ammoniak entwickelt und

den Ball in der gewünschten Weise auftreibt. Damit aber der Gasinhalt beim Erkalten nicht nachläßt, bzw. ein Schrumpfen des Balles eintritt, muß derselbe zunächt entleert und dann wieder aufgeblasen werden. Das erreicht man dadurch, daß bei der Zusammensetzung aus den Segmenten ein Pfropfen aus Kautschuk mit wenig Schwefelgehalt eingefügt ist; nach der Vulkanisation sticht man diesen Pfropfen durch, läßt den Gasinhalt austreten, preßt durch den Stich Luft ein und schließt die Stichöffnung wieder mit Gummilösung. Die Vulkanisation findet wie bei den andern Formartikeln in geeigneten, auseinandernehmbaren Formen statt, die vielfach zu besonderen Ballpressen vereinigt sind, in denen gleich eine ganze Anzahl Bälle auf einmal vulkanisiert werden kann.

Radiergummi wird ebenfalls aus Platten hergestellt. Die Platten werden entweder in Matrizen eingepreßt, dann herausgenommen, beschnitten und in Talkum leicht vulkanisiert, oder direkt in der Presse. Sehr wichtig für die Herstellung weicher Gummis ist der Zusatz von weißem Faktis. Schärfere Gummis enthalten größere Zusätze von Glas, Bimsstein, Kreide und Schwerspat.

Sehr umfangreich ist das Gebiet der Fabrikation von Walzenbezügen. Diese sind auch in wirtschaftlicher Hinsicht von großer Bedeutung, da sie für zahllose Arbeitsmaschinen gebraucht werden, so hauptsächlich in der Papierfabrikation, Druckerei, Weberei, Spinnerei und Tuchfabrikation. Allgemein gilt für alle Walzen, daß sie einen entweder hohlen oder massiven Eisenkern haben, der vor dem Bezuge mit Gummi gut ausgeglüht und mit Benzin gewaschen sein muß. Hierauf wird zunächst auf den Walzenkern eine Schicht aus unvulkanisiertem Hartgummi aufgetragen in Form einer entsprechenden Gummilösung. Dann werden einzelne Gummiplatten aufgelegt, und zwar zunächst solche, die bei der Vulkanisation infolge ihres höheren Schwefelgehaltes zu Hartgummi werden; darauf folgen weichere Mischungen bis zur Erreichung des gewünschten Walzenumfanges. Zum Schluß wird die ganze Walze mit einem feinen Nesselgewebe umwickelt und langsam im Kessel vulkanisiert. Durch Abdrehen auf Drehbänken

erhält man dann eine vollkommen gleichmäßige Oberfläche der Walzen.

Luftschläuche für Fahrräder und Automobile gehören zusammen mit den entsprechenden Laufdecken (Mäntel) zu den wichtigsten Artikeln der Gummiwarenfabrikation. Vom Luftschlauch wird verlangt, daß er den wechselnden Deformierungen leicht nachgibt und dabei genügende Luftdurchlässigkeit besitzt.

Die Luftschläuche werden hergestellt in einer Wandstärke von 0,7 mm aufwärts in grauer oder roter (durch Zusatz von Goldschwefel) Kautschukmischung. Die Schläuche werden entweder gespritzt auf Spritzmaschinen, oder aus Paraplatten hergestellt. Während des Spritzens wird Talkum mittels Preßluft in den Schlauch geblasen, um ein Zusamenkleben der Wandungen zu verhindern. Bei Herstellung aus Paraplatten wird die breite Paraplatte durch eine Maschine in Streifen zerschnitten, jeder einzelnen Streifen über einem Dorn zu einem Schlauch zusammengelegt und die Naht durch Aneinanderpressen der Schnittkanten geschlossen. Die Vulkanisation erfolgt auf glatten Stahldornen. Im allgemeinen werden die Luftschläuche endlos hergestellt, d. h. die beiden Enden werden vereinigt mit Hilfe von Gummilösung, so daß der Schlauch einen in sich geschlossenen Reifen bildet. Bei Schläuchen, speziell für Motorräder, kommt es auch vor, daß man jedes Ende für sich schließt und die Vereinigung erst nach dem Einlegen in den Mantel durch geeignete Klemmvorrichtungen bewirkt wird.

Zu dem Luftschlauch gehört auch der Mantel. Hierbei kommen wir zur Fabrikation von Schläuchen mit Einlagen. Die Einlagen bestehen aus Hanf-, Nessel- oder Baumwollgeweben, die mit einer dünnen Kautschukschicht überzogen sind und diagonal in schmale Streifen geschnitten werden. Mit Hilfe von Wickelmaschinen werden diese Streifen um den auf dem Dorn befindlichen Schlauch gewickelt, indem man die Wicklungen etwas übereinander greifen läßt. Der nunmehr aus einer Unterplatte und der Einlage bestehende Schlauch kommt zur Spritzmaschine und erhält hier noch eine Oberplatte.

Vor der Vulkanisation der Schläuche kommt noch das sog. Einwickeln. Bei Schläuchen ohne Einlage hat es den Zweck, eine gleichmäßige Profilierung zu bilden, bei solchen mit Einlage bewirkt es eine feste Verbindung von Unterplatte, Einlage und Oberplatte oder Deckplatte. Das Einwickeln geschieht durch Bandagieren des ganzen Schlauches mit einem entsprechenden Streifen aus feinem Baumwollgewebe. Die Vulkanisation dieser Schläuche geschieht in sehr langen, besonderen Vulkanisierkesseln.

Ein Automobilreifen ist zusammengesetzt aus:

1. einer Reihe von Stoffeinlagen aus festem, mit Gummilösung getränktem Baumwolltuch, das auf der Spreadingmaschine noch auf jeder Seite mit einer dickeren Schicht Gummi bestrichen ist. Hieraus werden diagonale Streifen geschnitten, die auf einer Seite unter Freilassung der Ränder auf einem Deckenkalander mit einem Zwischengummi versehen werden;
2. aus einer äußeren, dickeren Gummischicht und
3. aus den Wulstkernen, die in die Einlagen hineingearbeitet werden.

Für die Vulkanisation der Reifen verwendet man Heißluftvulkanisation in Vulkanisierkesseln, für die Fertigstellung die hydraulische Vulkanisierpresse.

Reparaturen werden in der Regel an Weichgummiwaren mit Hilfe von Kautschuklösungen und entsprechenden Stücken nichtvulkanisierten Gummis vorgenommen. Dabei ist nötig, daß man die geplatzten oder durchstochenen Stellen erst sauber mit Benzin reinigt, dann mit Sand- oder Glaspapier aufrauht und dann wieder mit Benzin reinigt. Hierauf werden die Rißränder mit Gummilösung bestrichen, fest zusammengepreßt und ein geschnittenes Stück Kautschukplatte darauf gelegt. Falls die Reparatur nicht in einer Fabrik geschieht, muß man von einer Vulkanisation absehen, sonst ist sie natürlich empfehlenswert, da dadurch bessere Haltbarkeit der reparierten Stelle garantiert wird.

Nahtlose, getauchte Gummiwaren. Hierher gehören Sauger, Fingerlinge, Handschuhe, Flaschenkappen, Kinderballons

und ähnliche Hohlkörper. Die Grundidee der Fabrikationsmethode ist, der Gestalt der Gegenstände entsprechende Formen durch ein- oder mehrmaliges Eintauchen in eine Gummilösung mit einer sich immer mehr verstärkenden Schicht von Gummi zu überziehen und dann die fertigen Gegenstände von den Formen abzuziehen. Solche Formen sind meistens aus Holz mit widerstandsfähiger Politur hergestellt, oder auch aus Glas, und befinden sich öfter in einer größeren Anzahl auf einer gemeinsamen Holzplatte oder Leiste. Die Lösungen werden ungefähr aus einem Teil besten Kautschuks ohne Schwefelzusatz und 9—10 Teilen Benzin hergestellt. Als Zusatzstoff kommt höchstens Faktis in Anwendung, und zwar weißer und brauner. Die Fabrikation geschieht dadurch, daß man die Formen langsam in die Kautschuklösung eintaucht, darin etwa 2—3 Sekunden läßt, dann herausnimmt und über den Lösungskasten zum Abtropfen aufhängt. Beim Trocknen wird die ganze Platte mit den Formen in umgekehrter Lage auf einer Drehscheibe befestigt und in Rotation versetzt, damit beim Drehen der Scheibe eine gleichmäßige Verteilung der Gummilösung über die ganze Form stattfindet.

Diese getauchten oder nahtlosen Gummiwaren werden meistens kalt vulkanisiert in Chlorschwefellösung. Nach dem Trocknen zieht man die Artikel von den Formen ab, wendet sie, steckt sie auf neue Formen und taucht sie nochmals in die Lösung. Schließlich werden sie in reinem Wasser gewaschen, bei 50 Grad C getrocknet, in einer schwachen Alkalilösung ausgekocht und dann endgültig getrocknet. Um ein Einreißen der Artikel zu verhüten, müssen sie einen Rand oder Wulst erhalten. Diesen kann man so erzielen, daß man die Artikel beim Tauchen etwas länger macht als notwendig und vor der Vulkanisation soweit aufrollt, daß ein Wulst entsteht. Mitunter macht man auch bei manchen Gegenständen den Rand nur ganz dünn, klebt aber einen dünnen Gummiring mit an.

Von großer Bedeutung sind seit einigen Jahren die gummierten Stoffe geworden infolge der Entwicklung der Luft-

schiffahrt und Aviatik. Zunächst kommen einfach Stoffe für Ballons oder Flugzeuge in Betracht.

Dies sind ganz leichte, dünne Seiden- oder Baumwollgewebe für Versuchs- und Signalballone, für Flugzeuge festere Baumwollgewebe. Dann dublierte Stoffe mit einem Gewebegewicht von 200—300 g pro Quadratmeter und dreifache Gewebe für Kraftballone mit einem Gewebegewicht von 200-400 g pro Quadratmeter. Bei dublierten Stoffen kommt zu äußerst eine Stoffiage, die, um wenig wirksameres Licht zu den Kautschukschichten durchzulassen, gelb gefärbt ist. Beim Streichen und Dublieren der gummierten Stoffe ist auf ein gleichmäßiges Arbeiten der Maschinen zu achten, da jede ungleichmäßige Dehnung des Gewebes die Zerreißfestigkeit vermindert. Für Kugelballone hat die Zerreißfestigkeit für das laufende Meter 600—900 kg zu betragen, für Kraftballone 700—2000 kg. Die Gasdurchlässigkeit darf nicht größer sein, als daß etwa 10 l Gas pro Quadratmeter Fläche in 24 Stunden durchgelassen werden.

In neuester Zeit hat man mit Erfolg statt der Gelbfärbung des Stoffes einen Überzug mit Aluminiumbronze verwendet, ja man hat sogar die Stoffoberfläche durch elektrisch zerstäubte Metalle ganz metallisiert.

Der Hartgummi.

Der erste Hartgummi wurde durch den Amerikaner Goodyear hergestellt. Infolge des großen Interesses, das die Kautschukindustrie diesem Produkte entgegenbrachte, erzielte man bald weitgehende Verbesserungen und Ausgestaltungen in der Hartgummifabrikation.

Die Grundsätze zu seiner Herstellung beruhen im wesentlichen auf denen des vulkanisierten Weichgummis. Die Aufbereitungsmethode ist dieselbe, ebenso das Vermischen mit Zusatzstoffen und anderen Ingredienzien. Von bedeutendem Einfluß auf die Härte des Gummis ist der größere oder geringere Zusatz von Schwefel insofern, als er größere oder geringere Härte des Endproduktes zur Folge hat. Wird jedoch mehr

als 50 % Schwefel zugesetzt, so springt das Produkt schon bei leichtem Biegen wie Glas. Die Hauptzusatzstoffe sind, außer Schwefel und dessen Verbindungen, Zinkweiß, Kreide, Magnesium, Harze, und vor allen Dingen Hartgummistaub; die Zusatzstoffe werden beigemengt, je nachdem Ansprüche in bezug auf Elastizität, Biegsamkeit, Härte oder Farbe an das fertige Material gestellt werden.

Aus der präparierten Rohmasse werden zunächst Platten verschiedener Dicke gezogen und aus diesen die Gegenstände gearbeitet. Die Platten werden beim Ausziehen auf einen gußeisernen Wärmetisch gebracht, der aber vorher mit einer Zinnfolie bedeckt wurde. Auf diese Platte wird eine zweite Zinnfolie aufgelegt, und mit Hilfe von Überwalzen mit einer schweren Eisenwalze erhält die Oberfläche der Platte die erforderliche vollkommene Glätte und Dichte. Vor ihrer Verwendung müssen die Zinnfolien mit Leinöl, Petroleum, Vaselin oder Terpentin bestrichen sein. Wünscht man dickere Platten, so wird auf die ausgewalzte Platte eine neue aufgelegt, darauf eine Zinnfolie, und wieder ausgewalzt. Diesen Vorgang wiederholt man so oft, bis die gewünschte Dicke der Platten erreicht ist.

Einlagen aus Geweben oder Metallen kommen bei Hartgummi nicht zur Anwendung. Die Vulkanisation erfolgt gewöhnlich in eisernen Formen. Vulkanisierkessel und Pressen sind die gleichen wie für Weichgummi; dagegen erreicht die angewendete Hitze einen wesentlich höheren Grad und steigt bis zu 165 Grad C. Die Zeitdauer der Vulkanisation ist abhängig von der Zusammensetzung der Masse und von dem Volumen der einzelnen Gegenstände. Sie kann 6—8, 8—10, ja bis 12 Stunden dauern.

Hartgummi ist schwarz, geruchlos, hornartig und dem Elfenbein nicht unähnlich. Er ist durchaus dielektrisch, wird dagegen infolge starken Reibens selbst elektrisch. Er oxydiert nicht, verändert sich also nicht durch kaltes Wasser und nicht durch athmosphärische Luft. In kochendem Wasser dagegen wird er weich und biegsam. Gegen Lösungsmittel, die den rohen Gummi vollständig, vulkanisierten Gummi nur teilweise

auflösen, ist Hartgummi in hohem Grade widerstandsfähig. Setzt man ihn längere Zeit trockenen Temperaturen über 200 Grad C aus, so beginnt er zu verkohlen, ohne vorheriges Schmelzen.

Er kann auf der Drehbank, mit der Säge und mit dem Hobel bearbeitet werden. Wegen seiner Polierfähigkeit wird er zu vielen Gebrauchs- und Luxusgegenständen verarbeitet. Das Polieren geschieht entweder auf der Drehbank oder mittels Polierscheiben aus Tuch oder Filz und zuweilen unter Anwendung feiner Friktionsmittel.

Technische Gegenstände aus Hartgummi hergestellt sind s. B. Schalen und Kuvetten für die Photographie zur Aufnahme der Silberbäder, Pulverlöffel, Schaufeln und Wagschalen für chemische Laboratorien, Rohrleitungen, Hähne und ganze Pumpen, Aus- und Bekleidung von Zentrifugenkesseln und -trommeln, sowie ähnliche für Säuren bestimmte Gefäße. Für die Elektrizität verwendet man den Hartgummi als Scheiben für Elektrisiermaschinen, Influenzmaschinen, Isolationshütchen und Rohre für Leitungen und als Akkumulatorenkästen; für die Zahntechnik als Gaumen- oder Saugplatten oder für Zahnfleischplatten.

Gegenstände aus Hartgummi.

Ein unbedingtes und wichtiges Hilfsmittel für die Hartgummitechnik sind die Zinnfolien, die zur Aufnahme der plastischen Hartgummimischung und zu deren Umkleidung bei der Vulkanisation dienen. Das Zinn hierzu wird zunächst in einem Schmelzofen geschmolzen und zu Platten von 1½ cm Dicke gezogen; diese Zinnplatten werden in Kalandern auf die gewünschte Foliendicke gestreckt.

Bei der Fabrikation von Hartgummikämmen wird der aus dem Walzwerk entnommene Hartgummi in entsprechende Streifen geschnitten, in die Zinnfolien von der Größe der Kammform gelegt und in die Preßform gebracht. Unter einer hydraulischen Presse wird hierauf sämtlicher überflüssiger Kautschuk herausgepreßt, die Kammplatte wird zwischen den

beiden Zinnfolien aus der Presse genommen, die Folie an einem Ende durchlöchert und das Ganze vulkanisiert. Nach Beendigung der Vulkanisation wird die Zinnfolie abgezogen und wieder eingeschmolzen. Der schon erkenntliche Hartgummikamm wird nun entweder durch Schneiden weiterverarbeitet oder durch Ausstechen. Beim Schneiden werden die Zähne eingefräst, beim Stechen mit Hilfe eines scharfen Messers in die Kammplatte gestochen.

Die meisten Hartgummiartikel werden aus den oben beschriebenen Hartgummiplatten hergestellt. Hartgummibehälter für elektrische Batterien und Akkumulatoren beispielsweise so, daß man zunächst eine Mischung, die widerstandsfähig gegen Schwefelsäure ist, herstellt; die Platten werden über glatten, gußeisernen Formen zusammengefügt, die ganzen Formen mit dem Überzug werden dann in Talkum gesteckt und darin vulkanisiert. Ebenso werden Rohre, Zentrifugen, die mit Hartgummi umkleidet wurden, in Talkum gebettet und dann in Kesseln vulkanisiert. Die Dicke der Talkumschicht muß hierbei der Dicke des zu vulkanisierenden Teiles oder Gegenstandes angemessen sein. Je dicker die Talkumschicht, desto geringer die Einwirkung der Hitze auf den zu vulkanisierenden Artikel.

Die Vulkanisation des Kautschuks.

Die größte, zugleich aber auch die schwierigste Aufgabe der gesamten Gummiwarenfabrikation ist die Vulkanisation.

Anmerkung betr. Vulkanisationserfindung. Eine interessante Mitteilung über die Vulkanisationserfindung ist kürzlich von Dr. Jorissen veröffentlicht worden. Nach dem Verfasser befindet sich in der Kautschukwarenfabrik von Gebr. Merens in Haarlem ein altes Fabrikationsbuch, das von dem ersten Besitzer der Fabrik, Apotheker Jan van Geuns, herstammt. Aus diesem Manuskript von 1828 geht hervor, daß van Geuns schon 1836 Gegenstände aus vulkanisiertem Kautschuk hergestellt hat. Damit ist festgestellt, daß nicht Goodyear (1840), wie man bisher angenommen hat, sondern Jan van Geuns die Vulkanisation erfunden hat. Vgl. Zeitschrift für angewandte Chemie, Juliheft 1916, im Aufsatz über Kautschuk.

Erst sie hat es ermöglicht, Artikel und Gegenstände aus Gummi herzustellen, die den Anforderungen der Technik und Industrie in hohem Maße entsprachen, während Gegenstände aus Rohkautschuk wegen der ihm anhaftenden Eigenschaften für eine Verwendung in der Industrie nicht in Betracht kamen.

Bei der Vulkanisation unterscheidet man zwei Methoden, heiße und kalte Vulkanisation. Heiße Vulkanisation ist die Behandlung des Kautschuks mit Schwefel unter Erhitzen, kalte Vulkanisation die Behandlung des Rohgummis mit Schwefelchlorür. Sowohl die heiße wie die kalte Vulkanisation bezwecken, den elastisch-plastischen Kautschuk in einen Körper größerer Elastizität überzuführen, der seine Plastizität verliert. Nach den neuesten Ideen und Versuchen von C. O. Weber und W. Ostwald nimmt man an, daß bei der Vulkanisation des Rohgummis eine Anlagerung von Schwefel an das Kautschukmolekül stattfindet.

Der Schwefelzusatz bei der Heißvulkanisation ist verschieden; man kann bis zu 50% Schwefel zusetzen. Will man Weichgummiwaren erhalten, dann muß der Zusatz von Schwefel so reguliert werden, daß bei vorsichtiger, ausreichender Vulkanisation der Prozentsatz des gebundenen Schwefels zwischen 2 und 3% beträgt; allerdings setzt man in der Praxis einer Kautschukmischung aus technischen Gründen gewöhnlich mehr Schwefel zu; die Temperatur schwankt von 120—150 Grad C. Der Schwefel wird vermengt zusammen mit den anderen Ingredienzien durch Kneten auf Walzen und vereinigt sich dann durch Erhitzen unter gleichzeitigem Druck vorteilhafter mit dem Kautschukmolekül. Der notwendige Druck kann entweder durch Dampfdruck oder durch Formdruck erzielt werden.

Will man Hartgummi fabrizieren, so kann der Schwefelzusatz bis zu 50% betragen, und die Temperatur kann steigen bis zu 165 Grad C.

Unbestimmt bei der gesamten Heißvulkanisation ist die Zeitdauer und die Temperatur. Ein geringes Zuviel oder Zuwenig kann eine Übervulkanisation oder eine ungenügende Vulkanisation zur Folge haben, und das Mißliche dabei ist,

daß sich die Fehler meistens erst beim Gebrauch der fertigen Waren einstellen und zeigen.

Bei zu langer Vulkanisationsdauer tritt Verbrennen, d. h. Übervulkanisierung ein. Der Kautschuk wird hierbei bald brüchig, namentlich an der Oberfläche, und verliert an Elastizität. Bei zu niedriger Temperatur vollzieht sich die Vulkanisierung ungenügend, und der Kautschuk gibt in diesem Zustande sehr leicht einem Zuge oder Drucke nach, aber er schnellt nicht in seinen vorherigen Zustand zurück. Bei dem ganzen Vorgang der Vulkanisation ist der Fabrikant lediglich auf die im Laufe der Zeit gesammelte Erfahrung angewiesen.

Die Zeitdauer der vollkommenen Vulkanisation ist hauptsächlich bedingt durch das Heimatland und die Qualität des verwendeten Kautschuks, sowie durch die Dicke der zu vulkanisierenden Artikel. Parakautschuk z. B. erfordert geringere Schwefelmengen, niedrigere Temperaturen und kürzere Vulkanisationsdauer als afrikanische und indische Sorten.

Allgemein im Gebrauche sind heute Vulkanisierkessel und Vulkanisierpressen mit direkter Zuführung von Dampf. Die Kessel sind wie gewöhnliche Dampfkessel zusammengenietet. Im Innern der wagrecht liegenden Kessel befinden sich in der Regel ein paar Schienen zur Aufnahme eines passenden Rollkarrens, auf dem die zu vulkanisierenden Gegenstände hineingefahren werden. Ein Rohr dient zum Zu- und Ablassen des Dampfes, auch kann das Kondenzwasser abgelassen werden; außerdem ist ein Sicherheitsventil und ein Manometer zur Regulierung des Druckes im Kessel angebracht. Der Deckel des Kessels wird durch Verschraubung geschlossen. Bei dieser Art der Vulkanisation im Vulkanisierkessel wird der notwendige Druck durch die Dampfspannung herbeigeführt.

Anders ist dies dagegen bei den Vulkanisierpressen. Hier werden die Gegenstände, soweit sie dies ihrer Form nach zulassen, eingepreßt in eine hydraulich betriebene Presse. Die Vulkanisierpresse hat den Vorteil, daß sie es ermöglicht, bei gleichbleibender Temperatur den Druck zu regulieren. Dagegen ist ein Nachteil der Presse, daß die Prüfung der

Temperatur der einzelnen Platten der Presse nicht ganz leicht ist und naturgemäß die zunächst den Rändern liegenden Stellen sich leichter abkühlen. Dieser Nachteil findet sich aber nur bei der gewöhnlichen Vulkanisierpresse. Sie ist zusammengesetzt aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten, hohlen Stahlplatten, die durch einströmenden Dampf geheizt werden. Die unterste Platte ruht auf einem Kolben, der sich in einem Preßzylinder bewegt und diese gegen die andern Platten preßt, die für sich wieder in Führungen auf- und ablaufen.

Der Übelstand der ungleichmäßigen Wärmeverteilung ist behoben bei den sog. Autoklavenpressen. Hier ruht die ganze Presse in einem luftdicht abgeschlossenen Kessel, der durch Dampf erwärmt wird, der Druck dagegen wird durch die hydraulische Presse geregelt. Diese Presse wendet man hauptsächlich bei den Automobilreifen an.

Für die Patentgummiwaren, d. h. für die aus Patentgummi hergestellten Waren, gibt es eine besondere Art von Heißvulkanisation. Diese Gegenstände werden vulkanisiert durch Eintauchen oder Einlegen in geschmolzenen Schwefel in viereckigen schmiedeeisernen Kesseln. Die Gegenstände müssen aber entweder gleichmäßig hin- und herbewegt oder öfter umgedreht werden. Diese Art, zu vulkanisieren, bietet große Erleichterung, da man gleichzeitig, je nach Bedarf, einen oder mehrere Artikel in den Kessel bringen kann.

Der Heißvulkanisation gegenüber steht die Kaltvulkanisation. Sie findet Anwendung für Kautschukmischungen, die nicht mit Schwefel vermengt sind. Namentlich große Bedeutung hat sie für die Artikel, die durch die Einwirkung von heißem Dampf oder durch höhere Hitzegrade Schaden erleiden würden. Hierher gehören vor allen Dingen die feinen, mit Gummi überzogenen Gewebe. Nicht angewendet werden kann die Kaltvulkanisierung für Waren von größerer Dicke, ebenso nicht für Waren, in deren Kautschukmischung sich Mennige, Bleiglätte oder Zinkoxyd befindet, da diese mit Chlorschwefel sehr stark reagieren. Der Erfinder der Kaltvulkanisation ist Alexander Parkes, der im Jahre 1846 zum ersten Male auf diesen Vorgang aufmerksam machte.

Die Kaltvulkanisation besteht im Eintauchen von Artikeln aus Gummimischungen, die nicht mit Schwefel versetzt sind, in eine Lösung von Chlorschwefel, gelöst in Schwefelkohlenstoff oder geeigneten Kohlenwasserstoffen. Die Stärke der Vulkanisierlösung darf 2—5 % betragen. Im Durchschnitt kann man sagen, daß für die Vulkanisation ein Eintauchen der Gegenstände von $1^1/_2$—3 Minuten genügt. Nach dem Eintauchen werden die getauchten Artikel rasch in einem warmen Luftstrom von 25 Grad C zum Trocknen gebracht. Statt des Eintauchens kommt es auch vor, daß man die Lösung auf die zu vulkanisierende Gummischicht mittels Walzen aufwalzt oder mit Hilfe von Bürsten aufstreicht.

Zu erwähnen ist hier noch eine dritte Art der Vulkanisation, nämlich die Vulkanisation mit Chlorschwefeldämpfen, die bei den ganz dünnen Ballonstoffen und feinen gummierten Stoffen mit schimmernder Oberfläche in Anwendung kommt. Hier wird nach letzter Auflagerung der Gummischicht die Seite, die glänzend ausfallen soll, mit Kartoffelstärke gepudert und frei auf Stangen hängend in den Vulkanisierraum gebracht, dessen Temperatur auf 20 Grad C gehalten ist. Die Verdampfung des Chlorschwefels erfolgt in flachen Bleischalen, die durch mit Dampf angeheizten Rohrspiralen erhitzt werden. Um nach der Vulkanisation eine selbständige Nachvulkanisierung der Gegenstände durch die Einwirkung des Chlorschwefels zu verhüten, werden die Chlordämpfe ersetzt durch Ammoniakdämpfe zwecks Neutralisierung der Chlorschwefelreste.

Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks.

Das spezifische Gewicht reinen vulkanisierten Kautschuks ist etwas höher als das des Rohkautschuks und liegt noch in der Nähe von 1, kann aber durch Zusatzstoffe erhebliche Erhöhung erleiden. Mit Temperaturerhöhung nimmt das spezifische Gewicht auch des vulkanisierten Materials ebenso wie das des Rohkautschuks ab. Der vulkanisierte Kautschuk hat einen eigenen, höchst charakteristischen Geruch, der

beeinflußt wird einerseits durch den verwendeten Rohgummi und andererseits durch die Beimischungen.

Die Farbe ist, falls er nur aus Kautschuk und Schwefel besteht, hellgrau; bessere rote Gummiwaren erzeugt man durch Beimischung von Goldschwefel; mineralische und andere Zusätze, abgesehen von eigentlichen Farbstoffen, lassen den vulkanisierten Gummi weiß, gelblich oder minder dunkelgrau oder schwarz erscheinen.

Die Porösität des vulkanisierten Kautschuks ist eine bedeutend geringere als die des natürlichen Rohgummis. Dagegen diffundieren Luft und Gase unter gleichem Druck durch gleich dicke Wände, sowohl aus rohem, wie aus vulkanisiertem Kautschuk, in der gleichen Zeit in gleichen Quantitäten.

Das Adhäsivvermögen gegen sich selbst ist beim vulkanisierten Gummi nicht mehr vorhanden, ja es ist sogar in solchem Maße aufgegeben, daß es sehr schwer hält, selbst unter Anwendung von Lösungs- und Klebemitteln zwei Stücke vulkanisierten Gummis einigermaßen fest miteinander zu verbinden.

Die technisch wichtigste Eigenschaft des vulkanisierten Kautschuks ist seine Elastizität, d. h. die Eigenschaft, einem Drucke oder Zuge nachzugeben, um, wenn dieser aufhört, sofort in seine vorherige Gestalt zurückzukehren. Diese Eigenschaft besitzt der vulkanisierte Gummi in bedeutend höherem Maße als der unvulkanisierte. Beim Drucke von oben nach unten dehnt er sich seitlich genau in dem Verhältnis aus, wie seine Höhe sich vermindert, bei seitlichem Druck ist es umgekehrt. Eine runde Schnur, die stark gezogen wird, verliert in ihrem Querschnitt genau in dem Verhältnis, wie ihre Länge zunimmt. Man hat also das Resultat gefunden, daß alle Deformationen, welchen vulkanisierter Kautschuk unterworfen wird, sein Volumen nicht beeinträchtigen; er verhält sich bezüglich seines Volumens gegen Druck fast geradeso wie Wasser.

Er ist in noch höherem Maße als das rohe Produkt ein schlechter Wärmeleiter und ein vorzügliches Isolationsmittel gegen Elektrizität. Auch verliert er seine Weichheit und Elastizität nicht in einer Temperatur von weniger als

0 Grad; diese Eigenschaften überdauern die Kälte. Allerdings erstarrt er in der Kälte, aber erst bei höheren Kältegraden, jedoch erhält er durch Reiben und Ziehen seine Weichheit und Elastizität wieder. Kaltes Wasser verändert vulkanisierten Gummi nicht, übt vielmehr auf ihn einen konservierenden Einfluß aus und schützt ihn vor langsamem Verderben (Oxydation). Solange er ganz in kochendes Wasser getaucht wird, verändert er sich nicht; teilweise mit Wasser bedeckt, oder beim Herausnehmen aus dem Wasser, wird er zunächst durch zersetzende Einflüsse von Licht und athmosphärischer Luft auf der Oberfläche, dann auch im Innern hart und brüchig. Strahlende Hitze, besonders wenn der Gummi Feuchtigkeit enthält, ist der gefährlichste Zerstörer. Bei 180—200 Grad C schmilzt er unter Zersetzung, wird klebrig und verliert seine Elastizität. Wird die Temperatur noch gesteigert, dann verkohlt er.

Licht, besonders wenn es Wärme bringt, also z. B. Sonnenstrahlen, bewirkt dieselben Nachteile, allerdings in geringerem Maße, sowohl auf den feuchten, wie auch auf den Gummi in trockenem Zustand: er wird zunächst auf der Oberfläche, dann auch im Innern hart und brüchig, es tritt Oxydation ein.

Die Lösungsmittel, die rohen Kautschuk vollständig lösen, also z. B. Benzin, Benzol, Petroleum, Terpentinöl, greifen den vulkanisierten viel weniger an. Die Auflösung ist nur sehr unbedeutend, dagegen quillt der Gummi unter Umständen bis zu seinem zehnfachen Volumen auf. Ähnlich ist die Wirkung von fetten Ölen und Alkohol. Dauert die Einwirkung länger, so verwandelt sie den vulkanisierten Kautschuk in eine plastische Masse, die an der Luft schnell oxydiert.

Sehr widerstandsfähig ist der vulkanisierte Kautschuk gegenüber der Einwirkung von Säuren und Alkalien. Kochsalz, Soda und Pottasche greifen ihn gar nicht an, fast ebenso wenig Salz-, Wein- und Essigsäure; unter Umständen ist er auch in den besseren und besten Qualitäten schwefel- und salpetersäurewiderstandsfähig. Daraus erklärt sich seine große Verwendung für technische Zwecke in chemischen Fabriken.

Der beste Aufbewahrungsort für vulkanisierten Gummi sind dunkle, kühle Räume, Keller, in denen er nicht in zu großen Mengen aufeinander gestapelt sein darf. Am besten hält er sich in lichtlosen Räumen unter kaltem Wasser, da dadurch auch die schädliche Einwirkung der atmosphärischen Luft abgehalten wird. Am allerbesten hält er sich im Gebrauche, und es ist schon öfter vorgekommen, daß sich die im Gebrauch befindlichen Gegenstände, namentlich wenn sie mit kaltem Wasser in Berührung kamen, besser gehalten haben als die noch neuen Reservegegenstände.

Verkauf fertiger Gummiwaren.

Für den gesamten Verkauf von Gummiwaren besteht in Deutschland keinerlei Kartell oder Syndikat, obgleich das Zustandekommen eines solchen vom Zentralverein deutscher Kautschukfabriken e. V. in Berlin wiederholt angestrebt wurde, bisher aber noch zu keinem Ergebnis geführt hat. Die Hauptursachen dafür sind darin zu suchen, daß die deutschen Gummiwarenfabriken in der Art ihrer Kundschaft und ihrer Fabrikationsfabrikate überaus mannigfaltig sind. Außerdem arbeitet die eine Fabrik z. B. nur mit Händlern, die andere dagegen ausnahmslos mit Konsumenten. Ein weiterer Hauptgrund aber für das Scheitern ist der, daß die Qualität der produzierten Ware in jeder Fabrik verschieden ist und infolge davon eine einheitliche Preisregulierung für Gummiwaren mit Schwierigkeiten verbunden ist. Der einzig bestehende Verband in Form eines Kartells ist der „Verband österreichisch-ungarischer Kautschukwarenfabriken“ in Wien. Dieser Verband hat gezeigt, daß es möglich ist, auch in der Gummiindustrie die einzelnen Fabriken zu kartellieren; allerdings kam der Errichtung dieses Kartells die wirtschaftliche Notlage der gesamten österreichisch-ungarischen Gummiindustrie zu Hilfe. Das Kartell ist nach deutschem Recht errichtet; der Vertrag bezieht sich nur auf Waren, die in der Monarchie bleiben.

Durch Gruppeneinteilung der hunderterlei Fabrikate der verschiedenen Fabriken ist es dem Verbande möglich ge-

worden, feste Preise festzulegen. Innerhalb der einzelnen Gruppen hat nur der mitzureden, der die betreffenden Artikel fabriziert.

Der Vertrieb der Waren geschieht durch jedes Mitglied selbst, doch erhält jedes Mitglied ein bestimmtes Kontingent zugewiesen. Überliefert nun ein Mitglied sein festgelegtes Kontingent, so hat es dafür eine Entschädigung an das Kartell zu entrichten. Das hat die wohltätige Folge, daß die Preise auskömmlicher werden, weil jeder einen Verkauf zu schlechten, bzw. verlustbringenden Preisen möglichst vermeidet.

Darüber, daß jedes Mitglied sich an die Vorschriften hält, wird eine strenge Kontrolle ausgeübt, und zu diesem Zweck besteht ein besonderes Kartellbüro mit eigenen Organen. Weiterhin ist die Sicherstellung der Verpflichtungen gewährleistet durch Deponierung von Kautionen. Außerdem besteht für Streitigkeiten ein ständiges Schiedsgericht und eine besonders aufgestellte Schiedsrichterliste.

Die Organisation des Verbandes besteht aus einem vierköpfigen Exekutivkomitee, einem Kontrollbüro, der General- und der Gruppenversammlung.

Der Zweck des Verbandes, der früher aus 10, jetzt aus 7 Mitgliedern besteht, ist die Förderung der Interessen der österreichisch-ungarischen Kautschukindustrie und der Verbandsmitglieder, namentlich die Regelung des Absatzes und die Festsetzung gemeinschaftlicher Verkaufspreise und Konditionen.

Der Export unterliegt nicht dem Verbande, aber dafür, daß überhaupt exportiert wird, sind Sicherheiten geschaffen.

In Wirklichkeit hat sich die Preiskontrolle des Verbandes aber darauf beschränken müssen, für die hauptsächlichsten Fabrikate der einzelnen Gruppen Mindestpreise, bzw. Höchstrabatte auf festliegende Meterpreise für Schläuche und dergleichen festzusetzen.

Neben diesem Verbande besteht noch eine „Österreichisch-ungarische Ballkonvention“, die sich aus zwei Gummiwarenfabriken zusammensetzt. Der Verband hat den Zweck, die Feststellung der Preise und der Konditionen für den Verkauf

von grauen und couleurten Ballons, grauen und couleurten Lochbällen und Reliefbällen in Österreich-Ungarn, Bosnien und der Herzegowina zu regeln. Die Organisation der Konvention ist die Generalversammlung, der Vorsitzende und ein Vertrauensmann.

Als dritte Organisation besteht in Österreich-Ungarn der Verband der österreichisch-ungarischen Wachstuchfabriken mit 5 großen Fabriken und deren Zweigfabriken als Mitglieder. Der Vertrag des Verbandes ist auf 10 Jahre bis zum 31. Dezember 1917 geschlossen. Geleitet wird er von einem dreiköpfigen Komitee. Der Verband hat zum Zwecke die Förderung der Interessen der österreichisch-ungarischen Wachstuchindustrie und der Verbandsmitglieder, namentlich die Regelung des Absatzes und Festsetzung einheitlicher Verkaufspreise und Verkaufs- und Lieferungsbedingungen für das Gebiet der österreichisch-ungarischen Monarchie, einschießlich Bosnien und der Herzegowina.

Als Besonderheit sei hier die deutsche Ballkonvention für Großhändler erwähnt, da sie die einzige Organisation im Kautschukwarenhandel ist, die den Charakter eines Syndikates hat.

Diese Konvention besteht aus 17 Mitgliedern. Neue Mitglieder werden nicht aufgenommen. Scheidet jedoch ein Mitglied aus der Konvention während deren Dauer aus, so ist die Fabrik, deren Kunde dieses Mitglied war, berechtigt, an dessen Stelle eine andere Firma zum Mitglied der Konvention zu bestimmen. Das neu ernannte Mitglied erhält das Kontingent des ausgeschiedenen Mitgliedes zugewiesen. Die Substitution findet aber nicht statt, wenn das ausgeschiedene Mitglied in dem letzten Geschäftsjahre vor seinem Austritt nicht mindestens einen Umsatz von 30000,— M. erreicht hat.

Zweck der Konvention ist, Preise und Konditionen für ihre Mitglieder festzusetzen, zu denen der Verkauf und die Lieferung von grauen und couleurten Ballons, grauen und couleurten Lochbällen, grauen und couleurten Massivbällen innerhalb des Deutschen Reiches und Luxemburg (Grenzgebiet) stattzufinden hat. Alle anderen Ballartikel unterliegen der Konvention nur insoweit, als die Preise für diese stets höher

sein müssen, als die Preise für die der Konvention unterliegenden Ballartikel gleicher oder ähnlicher Art. Weiterhin ist die Konvention auch berechtigt, Maßnahmen zur Beseitigung der Konkurrenz der außerhalb der Konvention stehenden Ballfabriken und Händler zu beschließen und zu diesem Zwecke ihren Mitgliedern Verpflichtungen, z. B. zum Bezuge bestimmter Bälle, Zahlung von Abfindungen etc. aufzuerlegen. Die diesbezüglichen Beschlüsse sind mit Zweidrittelmehrheit der abgegebenen Stimmen in der Generalversammlung zu fassen. Zuwiderhandlungen der Mitglieder gelten als Kontravention.

Jedes Mitglied darf an gewöhnlichen grauen und couleurten Ballons, Lochbällen und Massivbällen nur Syndikatsbälle kaufen und verkaufen; als Syndikatsbälle gelten und unterliegen der Konvention die von den Konventionsfabriken hergestellten Gummiballons, Lochbälle und Massivbälle.

Jedes Mitglied hat Anspruch auf einen bestimmten Prozentsatz des Gesamtumsatzes der Mitglieder in Konventionsbällen. Diese Prozentsatzfestsetzung erfolgt alljährlich auf der Basis des Durchschnitts der gesamten Beträge, welche das Mitglied an Konventionsbällen in den letzten drei vorhergehenden Jahren von den Konventionsfabriken bezogen hat. Nach Ablauf des Geschäftsjahres wird genau festgestellt, wieviel Konventionsbälle jedes Mitglied während des verflossenen Geschäftsjahres von den Konventionsfabriken geliefert erhalten hat. Sind Mehrumsätze über das Kontingent hinaus von irgendeinem Mitgliede gemacht worden, so sind nach Aufforderung des Vorstandes 10 % des Bruttomehrumsatzes an den Vorsitzenden abzuführen; dieser verteilt die Summe an die Mitglieder mit weniger Umsatz pro rata.

Für nicht eingehaltene Bestimmungen können Ordnungsstrafen von den Mitgliedern in Höhe von 500 Mark durch den Beschluß des Vorstandes ausgesprochen werden.

Preiskonventionen bestehen auch bei den deutschen Gummiwarenfabriken für bestimmte Artikel, z. B. Spielbälle, Fahrradreifen und Autopneumatiks, so die deutsche Ballkonvention und die Ballexportkonvention.

Die deutsche Ballkonvention, die aus 7 Mitgliedern besteht,

hat den Zweck, Preise und Konditionen für den Verkauf von grauen und couleurten Ballons, grauen und couleurten Lochbällen, grauen und couleurten Massivbällen in Deutschland und Luxemburg festzustellen. Außerdem regelt die Konvention auch die Verkaufsbedingungen für den Export nach Österreich-Ungarn einerseits, sowie in das übrige Ausland andererseits. Die Preise werden jeweils durch Beschluß der Generalversammlung festgelegt. Organe der Konvention sind die Generalversammlung, der Vertrauensmann und die Syndici.

Die Ballexportkonvention setzt sich aus 11 Gummiwarenfabriken, und zwar aus deutschen, österreichisch-ungarischen und einer italienischen Gummiwarenfabrik zusammen. Die Konvention bezweckt den Export ihrer Mitglieder in grauen und couleurten Ballons, grauen und couleurten Lochbällen, grauen und couleurten Massivbällen zu regeln, insbesondere für den Export bestimmte Preise und Konditionen festzusetzen. Im Vertrag ist festgelegt, daß die Konvention jederzeit mit Dreiviertel-Majorität der abgegebenen Stimmen der Mitglieder aufgehoben werden kann, falls infolge der Konkurrenz eine Aufhebung der Konvention im Interesse der Mitglieder als geboten erscheinen sollte.

Diese Konventionen werden in der Regel durch den Zentralverein vermittelt. Der Zentralverein deutscher Kautschukwarenfabriken e. V. in Berlin ist ein eingetragener Verein, an welchem die meisten großen deutschen Gummiwarenfabriken mit Beiträgen, entsprechend der Arbeiterzahl, beteiligt sind. Es zahlen jährlich Mitglieder mit

1— 100 Arbeitern . . .	50 Mark
101— 300 „ . .	100 „
301— 500 „ . .	150 „
501—1000 „ . . .	250 „
mehr als 1000 „ . . .	500 „

Frühere Inhaber oder Leiter von Fabriken zahlen einen Beitrag von jährlich 20 Mark. An der Spitze des Vereins steht ein Vorstand aus 7—9 Vertretern von Gummifabriken und ein Geschäftsführer. Im ganzen sind dem Verbande etwa 70 Fabriken angegliedert. Mitglieder können nur deutsche Fabriken werden und nur solche, die Weich- oder Hartkautschukwaren aus dem Rohstoffe herstellen. Außerdem können frühere Leiter oder Inhaber solcher Fabriken als Mitglieder beitreten. Über die Aufnahme faßt der Vorstand Beschluß, und falls er eine Ablehnung beabsichtigt, entscheidet endgültig die Generalversammlung. Der Austritt erfolgt nur am Schlusse eines Kalenderjahres, das als Geschäftsjahr gilt.

Der Zweck des Vereins ist die Förderung der Interessen der deutschen Kautschukwarenindustrie. Insbesondere vertritt der Verein diese Interessen in bezug auf Maßregeln der Gesetzgebung und Verwaltung, durch die der in- und ausländische Handel, die Fabrikation und die Arbeiterverhältnisse berührt werden. Ferner nimmt der Verein durch einen gewählten Vorstand zu allen Tagesfragen der Kautschukindustrie Stellung und beruft je nach Bedarf ordentliche und außerordentliche Versammlungen seiner Mitglieder durch den Vorstand ein. Außerdem findet in der ersten Hälfte jeden Jahres eine ordentliche Generalversammlung statt. Die Beschlüsse werden in der Regel mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt. Bei Stimmengleichheit gibt die Stimme des Vorsitzenden den Ausschlag. Der Vorstand wird alljährlich von der Generalversammlung gewählt. Aus dem Vorstand wählt der Verein Ausschüsse zur Beratung von Preisfragen, Zollfragen etc., deren Beschlüsse dann in plenum von den Mitgliedern in der Generalversammlung angenommen oder abgelehnt werden. Die angenommenen oder abgelehnten Beschlüsse sind aber nicht etwa durch Konventionalstrafen bindend; jedes Mitglied kann entweder nach den Beschlüssen handeln oder nicht, auf jeden Fall hat der Verband kein Mittel, es dazu zu zwingen. Annahme und Ablehnung sind also rein moralischer Natur.

Trotz des Verbandes gibt es also absolut keine Norm oder allgemeine Form für die Preisgestaltung in der Gummiwarenindustrie. Maßgebend ist in jeder einzelnen Fabrik für die Festsetzung der Preise die Kalkulation, die sich zusammensetzt aus der Berechnung von Rohstoffkosten, Fabrikationskosten, Regiezuschlag und Verdienst. Natürlich ist auch die

Kalkulation der Willkür der einzelnen Fabriken in weitgehendstem Maße überlassen. Ebenso besteht für die Fabriken am selben Ort meist keinerlei Preisvereinbarung.

Die Absatzgebiete für die einzelnen Gummifabriken sind vollständig unbeschränkt. Jede Fabrik kann in alle Teile Deutschlands liefern, auch kann sie exportieren, wohin und so viel sie will. Es besteht also in der gesamten Gummiindustrie freie Konkurrenz.

Im allgemeinen vollzieht sich der Verkauf von fertigen Gummiwaren so, daß die einzelnen Gummifabriken an diejenigen Unternehmungen, die Gummiartikel bedürfen, direkte Offerten schicken, oder auch ihre Gummiwaren mittels Zeitungsreklame offerieren. Auch werden die Gegenstände verschiedentlich, entweder durch provisionsweise angestellte Agenten oder durch feste Reisevertreter, von denen jeder seinen bestimmten Bezirk von der Fabrik angewiesen erhält, vertrieben.

In der gesamten deutschen Gummiindustrie, was den Verkauf von Gummiwaren durch die Fabriken direkt betrifft, haben wir also keinerlei Organisation, die derartig zusammengesetzt ist, daß sie einem Syndikate gleichkommen würde. Anders ist das dagegen im Großhandel für Händler; vergleiche die obigen Ausführungen über die deutsche Ballkonvention für Großhändler.

Prüfungen des Kautschuks und der Kautschukwaren.

Die Garantien, die von den Fabriken für die Gummiwaren gegeben werden, beruhen auf Prüfungen. Hierbei sind zu unterscheiden: Prüfungen, die Bezug haben auf den Rohkautschuk, und Prüfungen, die sich auf den vulkanisierten Kautschuk beziehen. Diese Prüfungen beruhen aber auf rein chemischer Grundlage. Genauere Ausführungen darüber finden sich in dem Buche von Prof. Dr. W. Hinrichsen und Dipl.-Ing. K. Memmler: „Der Kautschuk und seine Prüfung." Leipzig 1910.

Für die praktische Verwendbarkeit von Kautschukwaren kommen je nach dem besonderen Zwecke noch Prüfungen

in Betracht, die sich auf die Beständigkeit der Waren gegen chemische, physikalische und mechanische Beanspruchungen beziehen.

Bei den chemischen Prüfungen hierfür handelt es sich in erster Linie um die Einwirkung von Säuren, Alkalien, Wasserdampf, Salzlösungen, Chlor und organischen Flüssigkeiten. Bei den Prüfungen verfährt man so, daß man entweder die fein geschnittene Probe oder ein zusammenhängendes Stück des Materials in die betreffende Flüssigkeit bei den in Betracht kommenden Temperaturen einlegt und die Veränderungen beobachtet, die nach mehr oder weniger kurzer Zeit auftreten. Bei der Einwirkung von Säuren ist namentlich darauf zu achten, daß nicht infolge Zersetzung kohlensäurehaltiger Füllstoffe Gasentwicklung eintritt. Zur Prüfung des Verhaltens gegen Öle wägt man die Probe vor dem Versuch und ermittelt nach entsprechender Zeit die Gewichtszunahme, die bei guten Waren möglichst gering sein muß.

Von allgemeiner Bedeutung ist die Prüfung auf Verhalten gegen oxydierende Mittel. Da es sich bei den Änderungen, welche die Kautschukmaterialien unter der Einwirkung von Licht und Luft erfahren, im wesentlichen um Oxydationsvorgänge handelt, so vermag diese Prüfung wenigstens in gewissem Sinne als Maßstab für die Haltbarkeit des Materials dienen.

Für die fertigen Kautschukwaren kommen unter anderem folgende Prüfungen in Betracht: Kabel werden auf elektrische Durchschlagsfestigkeit geprüft, wasserdichte Stoffe auf Wasserdurchlässigkeit und Ballonstoffe auf Gasdurchlässigkeit.

Am wichtigsten ist wohl die mechanische Prüfung der Kautschukwaren, und hier kommt hauptsächlich wieder die Prüfung der Waren aus Weichgummi in Betracht. Für Hartgummi gelten im allgemeinen die Prüfungsverfahren, wie man sie für Holz, Metalle etc. anwendet. Für die mechanische Prüfung von Weichgummi als eigentliche Materialprobe kommen vorwiegend Zugversuche, Druckversuche, beide mit Bestimmung der elastischen Eigenschaften des Kautschuks, ferner Abnützungsversuche oder Dauerversuche, bei denen

Zug- oder Druckbeanspruchungen bestimmter Größen mehrere Male wiederholt werden, in Betracht. Diese Versuche werden entweder an eigens dazu hergestellten Proben ausgeführt, oder aber an Proben, die man aus fertigen Gummiplatten ausschneidet. Daneben finden sich Prüfungen, die direkt an den Gebrauchsgegenständen vorgenommen werden, so z. B. bei Schläuchen oder Riemen.

Am meisten verbreitet sind die Zugversuche mit Bestimmung der elastischen Dehnungseigenschaften des Gummis, dann die Druckversuche. Neben diesen beiden Eigenschaften hat die Elastizität und Festigkeit des Weichgummis ein großes Interesse erlangt, ebenso der Einfluß, den die verschiedenen Mischungszusätze auf die Festigkeitseigenschaften des Kautschuks haben. Ausführlichere Beschreibungen über die Art der Versuche, deren Resultate und der in Anwendung gebrachten Maschinen und Apparate finden sich in dem obenerwähnten Buche von Hinrichsen und Memmler, Kapitel 2 u. 3.

Garantien für die gekauften Waren.

Da, wie schon oben erwähnt, feststehende Normalqualitäten in der gesamten Gummiindustrie nicht existieren[1]), sondern jede Fabrik für die einzelnen Artikel ihre besonderen Mischungen hat, wird im allgemeinen bei Angeboten von Gummiwaren die betreffende verlangte Qualität, soweit sie dem Käufer nicht bekannt ist, bemustert. Natürlich hat dann die Fabrik bei Bestellung für mustergetreue Lieferung und in der Regel auch dafür aufzukommen, daß die empfohlene Qualität dem Verwendungszwecke entspricht.

Darüber hinausgehende Garantien werden nur bei ganz bestimmten Artikeln gegeben, so z. B. bei Gummiwalzenbezügen, Gummitreibriemen, Gummitransportbändern, Dampf-

[1]) Eine Ausnahme hiervon machen die Normalien für Kautschukmischungen in der Kabelindustrie. Näheres siehe darüber in der Schrift von Dr. Richard Apt: „Erläuterungen zu den Normalien für isolierte Leitungen des Verbandes deutscher Elektrotechniker." Verlag Julius Springer, Berlin.

heizungsschläuchen, Autopneumatiks und bei Lastwagenreifen. In der Regel erstrecken sich diese Garantien nur auf die Dauer von 1 oder 2 Jahren und nur „pro rata temporis", d. h. die im Falle einer Beanstandung der Ware zu gewährende Vergütung wird nach der nicht erfüllten Garantiezeit berechnet. Wenn also z. B. für einen Treibriemen 2 Jahre Garantie gegeben wurde und nach einem Zeitraum von $1^1/_2$ Jahren der Treibriemen bricht oder zerreißt, so wird die zu gewährende Vergütung nicht etwa für 2 Jahre berechnet, sondern nur für das nicht erfüllte halbe Jahr. Bei Reifen dagegen, insbesondere bei Autopneumatiks und Automassivreifen, wird im allgemeinen eine bestimmte Kilometerzahl gewährleistet.

Diese Garantieabmachungen unterliegen aber auch alle keiner allgemeinen oder bestimmten Regelung, das Ganze hat sich im Laufe der Zeit als eine Art Gewohnheitsrecht herausgebildet, nach dem jede Fabrik mehr oder weniger handelt.

Arbeiterverhältnisse.

Die Gummiindustrie beschäftigt heute rund 40000 Personen, deren Verdienstverhältnisse zumeist sehr gute sind; das beweist schon der Umstand, daß es zum großen Teil ältere und geübte Leute sind, die — auf ihr Spezialfach eingearbeitet — darin Hervorragendes leisten und deshalb auch gut bezahlt werden können. In fast allen namhaften Betrieben findet sich eine größere Zahl von Arbeiterjubilaren, die 25, 30, 40 und 50 Jahre dem Werke angehören.

Wie schon oben erwähnt, finden wir in der Gummiindustrie fast lauter angelernte Arbeiter, und zwar ist dies speziell für die Weichgummifabrikation der Fall; dagegen macht die Hartgummiindustrie eine Ausnahme, denn sie beschäftigt fast lauter gelernte Arbeiter, so namentlich die Dreher, die das Halbprodukt weiterverarbeiten.

Was die weiblichen Arbeitskräfte anbetrifft, so beschäftigt die Gummiindustrie davon eine ganze Menge, und namentlich finden sie Verwendung für leichtere Arbeiten. Am größten ist wohl der Prozentsatz in den Galoschenfabriken, Spiel-

ballfabriken und den Fabriken, die chirurgische Artikel herstellen. Frauenarbeit finden wir namentlich beim Zusammensetzen von Schläuchen und dann bei allen Artikeln, wo sog. Konfektionieren in Betracht kommt.

Betreffs der Löhnung haben wir in der Gummiindustrie sowohl Akkord- wie Zeitlohn unter gleichzeitiger Anwendung des Prämiensystems. In der Hauptsache, und besonders bei Stapelartikeln, ist wohl Akkordlohn gebräuchlich. Eine bestimmte Regel oder eine Verallgemeinerung läßt sich nicht aufstellen.

Die Zahl der Arbeiter stieg vom Jahre 1861—1907 auf 27198, und heute beschäftigt die deutsche Gummiindustrie etwa 40000 Personen. Seit 1882 hat sich die Zahl der männlichen Arbeiter nahezu vervierfacht, die der weiblichen Angestellten verfünffacht; wir haben also auch in der Gummiindustrie eine Steigerung der Beanspruchung weiblicher Arbeitskräfte zu verzeichnen.

Regenerierter Kautschuk.

Von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die gesamte Kautschukfabrikation ist der sog. regenerierte Kautschuk geworden. Es handelt sich hierbei um die Wiederverwendung des Altkautschuks, d. h. der alten, außer Gebrauch gesetzten Waren und Gegenstände aus Kautschuk. Diese Verarbeitung des Altkautschuks und seine Wiederverwendung durch das Regenerierverfahren für die Fabrikation führte zu einem ausgedehnten Handel mit den alten Artikeln aus Kautschuk. Der Hauptsitz dieses Altkautschukhandels befindet sich für Europa in London, Berlin, Hamburg, München, Hannover und anderen Großstädten.

Der Aufkauf der Altmaterialien durchläuft, bis die Waren zu den großen Altgummihandlungen kommen, verschiedene Zwischenstufen. Zunächst sammeln kleine lokale Sammler, Lumpensammler, diese alten Gummiwaren bis zu einem gewissen Vorrat. Dieser Vorrat der Altgummisammler wird aufgekauft durch Zwischenhändler, die ihrerseits wieder ihren

aufgestapelten Vorrat an die großen Altkautschukhandlungen weiterverkaufen. Notwendig sind diese Zwischenstufen nicht; es kommt auch häufig vor, daß die großen Altkautschukhandlungen den Altgummi durch geeignete Personen aufkaufen lassen. Von den Altgummihandlungen gelangen die Altkautschukwaren an die Gummifabriken und Regenerierwerke. Zum Zwecke des Verkaufs verschicken diese Firmen an die Gummifabriken eine sog. Vorrats- oder Lagerliste, in der sämtliche Altgummiabfälle und deren Preis angeführt sind. In der Regel sortieren diese Altgummigroßhandlungen den Altgummi entweder nach schwimmenden oder nichtschwimmenden Artikeln oder Abfällen oder nach Gummi mit und ohne Einlage; weiterhin wird meistens noch die Farbe angeführt, und meistens werden die Artikel aus Patentgummi besonders aufgeführt.

Was nun die Preise für diese Altgummiartikel betrifft, so sind sie natürlich großen Schwankungen unterworfen. Vor allen Dingen richten sie sich nach dem Stand des Rohgummimarktes, weiterhin dann nach tatsächlichem Vorrat und Bedarf. Andererseits wird natürlich auch für Altartikel aus Patentgummi, für Altgummi ohne Einlagen und für solchen mit den wenigsten Zusatzstoffen der Preis viel höher sein, da auch der wirkliche Gummigehalt entsprechend höher ist, wie bei den andern Artikeln. Weiterhin ist entscheidend die Sorte des ursprünglich verwendeten Rohgummis. Entsprechend richtet sich natürlich auch die Nachfrage der Fabriken danach. Am größten ist die Nachfrage und als unmittelbare Folge davon der Handel mit Gummiabfällen, Luftschläuchen von Automobilen und Fahrrädern, dann mit Flaschenscheiben, Patentgummiwaren und Abfällen und Autopneumatiks. Ein Verband besteht unter den Altgummihändlern nicht.

Das Regenerieren im eigentlichen Sinne des Wortes findet nicht statt, da der vom Kautschuk chemisch gebundene Schwefel sich nicht entfernen läßt, ohne das Kautschukmolekül zu zerstören. Das Wesen der Regeneration liegt in der Plastizierung durch Erwärmen des Materials unter Druck

und besteht lediglich in einem Wiederbeleben des Kautschuks. Durch diese Plastizierung wird die Möglichkeit geschaffen, den Kautschuk derartig mit Ingredienzien zu vermengen, daß eine homogene Mischung entsteht.

Die Methoden zum Zwecke der Regeneration sind sehr mannigfaltig, jedoch beschränkt man sich heute in der Hauptsache auf folgende drei Methoden, die angewendet werden, um den Kautschuk zu plastizieren:

1. durch Zusatz von pflanzlichen und mineralischen Ölen mit und ohne Erhitzen;
2. nur durch Erhitzen mit und ohne chemische Reagenzien;
3. durch Behandlung unter Druck mit Lösungsmittel.

Zum Zwecke der Wiederverwendung wird der Altkautschuk zunächst auf Walzen durch Vermahlen zerkleinert. Sind Einlagen vorhanden, so kommt entweder mechanische Trennung in Frage, indem man die Kautschukabfälle zu feinem Pulver vermahlt und mit Hilfe von Luftabblasvorrichtungen die leichteren Faserstoffe entfernt. Die Entfernung kann auch auf chemischem Wege vor sich gehen durch Behandlung mit Säuren oder Alkalien in der Hitze zu dem gemahlenen Altgummi. Hierbei werden die Faserstoffe zerstört und nachher durch Waschen weggeschwemmt; dabei ist aber der Nachteil, daß sich die Chemikalien nur schwierig aus dem Gummi wieder herauswaschen lassen.

Nun beginnt das Plastizieren mit Hilfe der drei obenerwähnten Methoden. Wird entweder die erste oder zweite Methode angewendet, so ist das erhaltene Produkt gleich fertig zur Weiterverarbeitung, dagegen muß bei der dritten Methode erst das Lösungsmittel entfernt werden. Als Lösungsmittel kommen hauptsächlich Kohlenwasserstoffe in Betracht, mit Hilfe deren der Kautschuk ganz in eine Lösung übergeführt und aus dieser durch Fällung wieder gewonnen wird.

Bei der ersten Methode haben die Öle, die auf den Walzen dem Altkautschuk beigemengt werden, in der Hitze eine lösende Einwirkung durch gegenseitige Durchdringung, wodurch das Gesamtprodukt plastisch wird. Nachdem dieses wieder auf geeigneten feinen Mahlwalzen gut verarbeitet

worden ist, ergibt es, mit neuem Kautschuk vermengt, eine ziemlich homogene Mischung. Ähnlich ist der Vorgang bei der zweiten Methode. Die beiden ersten Methoden ergeben eine feste Lösung, dagegen die dritte Methode ergibt eine Lösung im eigentlichen Sinne des Wortes.

Dieser so aus dem Altkautschuk regenerierte Gummi wurde früher einzig und allein als Zusatzstoff bei der Verarbeitung von Rohgummi verwendet und verarbeitet. Heute aber ist man auf dem Gebiete des Regenerierens so weit fortgeschritten und hat derartige Resultate erzielt, daß man den Regeneratkautschuk allein ohne Zusatz von Rohgummi für eine große Menge Fabrikate verwendet; allerdings muß zugegeben werden, daß das Produkt dem aus Rohkautschuk gefertigten an Qualität nachsteht.

Die Verwendung des Regenerats allein hat einen solchen Umfang erreicht, daß bereits Fabriken errichtet worden sind, z. B. in England in Liverpool und Manchester, in Frankreich in Colombes, in Amerika in New-York, in Deutschland in Hannover-Wülfel, Hamburg und Spandau, die die Gewinnung des Regeneratkautschuks als einzigen Fabrikationszweck betreiben; diesen Regeneratgummi verkaufen sie dann entweder an die Altkautschukhandlungen oder direkt an die Gummifabriken.

Künstlicher Kautschuk.

Bereits in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts beschäftigte sich die Wissenschaft eingehend damit, Kautschuk auf künstlichem Wege herzustellen. Im Jahre 1860 gelang es Greville Williams, aus den bei der trockenen Destillation entstehenden Abbauprodukten des Kautschuks ein flüchtiges Öl herzustellen, das Isopren, das große Verwandtschaft mit der Molekularbeschaffenheit des Rohkautschuks hatte.

Auf dieser Entdeckung des Isoprens fußend, stellte im Jahre 1879 Bouchard synthetischen Kautschuk aus ihm her durch Erwärmen mit verdünnten Säuren und Kochen des erhaltenen Produkts mit Wasser. Thilden und Wallach entdeckten ein neues Verfahren zur Herstellung von Isopren, und

1892 erhielt George ein englisches Patent für sein Verfahren zur Gewinnung von Kautschuk aus Isopren durch Behandlung mit Salzsäure. Etwa im Jahre 1910 wurde von den beiden Chemikern Dr. Hofmann und Dr. Contes eine Quelle zur Gewinnung von Isopren entdeckt, durch welche die Versuche der Herstellungsmöglichkeit von künstlichem Kautschuk bedeutend gefördert wurden. Auch Prof. Harries in Kiel beteiligte sich bereits seit Jahren an der schwierigen Aufgabe, und es gelang im Jahre 1911, aus künstlichem Gummi allerlei Waren, wie Reifen für Kraftwagen und Gummibälle, herzustellen. Jedoch scheiterten alle Versuche der weiteren Ausgestaltung an der Vulkanisationsunmöglichkeit der Artikel.

Das Wesentlichste der ganzen Arbeiten besteht darin, daß es tatsächlich mit Hilfe des Isoprens und einiger ihm verwandter chemischer Verbindungen gelungen war, einen zähen künstlichen Kautschuk herzustellen, der aber sehr teuer war und große Herstellungsschwierigkeiten bot.

Nun sind anscheinend in der Zwischenzeit unabhängig davon Erfindungen von weitreichendster Bedeutung gemacht worden, die es ermöglichen, in weitgehendem Maße synthetischen Kautschuk herzustellen, jedoch sind über das oder die Verfahren bis jetzt noch keine weiteren Mitteilungen gemacht worden.

Die Aussichten, die sich dem künstlichen Kautschuk in wirtschaftlicher Hinsicht bieten, sind gewaltig, und die Bemühungen, uns von dem durch England beherrschten Weltgummimarkt mehr oder weniger unabhängig zu machen, haben eine wichtige Etappe erreicht. Was das bedeutet, geht unmittelbar aus der Tatsache hervor, daß wir im Jahre 1913 für nicht weniger als 126 Mill. M. Kautschuk einführten; von diesem gesamten Gummi-Importwert entfielen 30 Mill. M. auf Britisch-Indien und 39 Mill. M. auf Brasilien. Wenn man außerdem noch bedenkt, daß in jedem Jahre ungefähr für 3 Milliarden Mark Kautschukwaren umgesetzt werden, so ist das Kautschukproblem, was den Geldwert anbetrifft, das weitaus größte, das bisher die chemisch-technische Welt beschäftigt hat.

Dank sagen möchte ich an dieser Stelle besonders den Herren Direktoren Birgelin und Dr. Thiel der Mannheimer Gummi-, Guttapercha- und Asbestfabrik, die mich jederzeit in liebenswürdigster Weise bei meiner Arbeit unterstützt haben.

Literaturangaben.

Peter Reintgen: Die Geographie der Kautschukpfanzen. Berlin 1905.
H. Großmann: Das Kautschukproblem und seine Bedeutung für die Wirtschaft.
Robert Henriques: Der Kautschuk und seine Quellen. Dresden 1899.
Ernst Ule: Kautschukgewinnung und Kautschukhandel am Amazonenstrome. Beiheft zum Tropenpflanzer, Januar 1905.
Karl Hassak: Der Kautschuk und seine Industrie.
Otto Warburg: Die Kautschukpflanzen und ihre Kultur. Berlin 1900.
R. Ditmar: Der Kautschuk, eine chemische Polyprenmonographie. Wien 1905.
Hinrichsen und Memmler: Der Kautschuk und seine Prüfung. Leipzig 1910.
S. Axelrod: Über Löslichkeit verschiedener Kautschuksorten in Benzin. Gummiztg. 19, Seite 1053—1056.
R. Ditmar: Der Kautschuk, eine kolloidchemische Monographie. Berlin 1912.
W. H. Johnson: The Cultivation and Praparation of Para-Rubber. London 1904.
F. W. Hinrichsen: Zur Theorie der Kautschukvulkanisation. Kunststoffe, 1911.
O. Kausch: Die Regenerierung von Altkautschuk. Kunststoffe, 1. Jahrgang, Nr. 8.
Ernst Ule: Kautschukgewinnung am Amazonenstrom. Berlin 1904.
Franz Clouth: Gummi, Guttapercha, Balata. Leipzig 1899.
Henri Jumelle: Les Plantes à caoutchouc et à gutta, exploitation, culture et commerce dant tous les pays chauds. Paris 1903.
Rudolf Schlechter: Westafrikanische Kautschukexpedition 1899 bis 1900. Berlin 1901.

Zeitschriften.

Der Tropenpflanzer, Berlin.
Deutsches Kolonialblatt, Berlin.
Deutsche Kolonialzeitung, Berlin.
Gummizeitung, Berlin.
Zeitschrift für angewandte Chemie.
Die Konjunktur, Wochenschrift für Kapital und Arbeit, Berlin.
Jahrbuch der Statistik des Deutschen Reiches, Berlin.
Gummikalender, Berlin.
Jahrbuch der Kautschukindustrie, Berlin.

Inhaltsangabe.

Lebenslauf.

Ich, Otto Schüle, bin geboren am 25. November 1893 zu Mannheim als Sohn des Prokuristen Albert Schüle. Nach Absolvierung des Großherzoglichen Realgymnasiums in Mannheim im Jahre 1912 studierte ich auf den Universitäten Tübingen und Heidelberg die Rechts- und Staatswissenschaften.

END OF
TITLE